

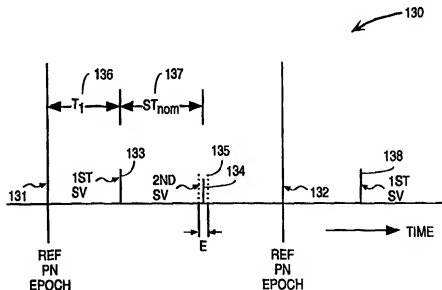


INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

| | | |
|---|-----------|---|
| (51) International Patent Classification ⁷ : G01S 5/14, 5/00 | A1 | (11) International Publication Number: WO 00/36431 (43) International Publication Date: 22 June 2000 (22.06.00) |
| (21) International Application Number: PCT/US99/16111 (22) International Filing Date: 15 July 1999 (15.07.99) (30) Priority Data: 09/132,556 11 August 1998 (11.08.98) US (71) Applicant: SNAPTRACK, INC. [US/US]; Suite 250, 4040 Moorpark Avenue, San Jose, CA 95117 (US). (72) Inventor: KRASNER, Norman, F.; 1 Torino Lane, San Carlos, CA 94070 (US). (74) Agents: SCHELLER, James, C., Jr. et al.; Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman LLP, 7th floor, 12400 Wilshire Boulevard, Los Angeles, CA 90025 (US). | | (81) Designated States: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). Published <i>With international search report.</i> |

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR ACQUIRING SATELLITE POSITIONING SYSTEM SIGNALS**(57) Abstract**

A method and an apparatus which acquire satellite positioning system (SPS) signals in an SPS receiver. Information on time of day, approximate receiver location, and satellite positions are used to reduce the time to search and acquire signals from one or more SPS satellites. In an example of a method of the invention, a first pseudorange to a first SPS satellite is determined, and an approximate location of the SPS receiver is determined. An estimated pseudorange for a second SPS satellite is determined from the approximate location and a satellite position of the second SPS satellite. The SPS receiver then searches for SPS signals from the second SPS satellite in a range determined by the estimated pseudorange. Typically, this method reduces the search time to initially acquire SPS signals from the second SPS satellite, and the estimated pseudorange is not based on a previously determined pseudorange for said second SPS satellite. In a particular example of the invention, the approximate location is determined from a cell based information source which correlates an identification of each of various wireless cell sites with an approximate location for objects within a cell of a wireless cell based communication system, such as a cellular (or cell based) telephone system. In other examples of the invention, relatively precise time of day information may be used with information indicating satellite positions and information indicating the approximate location to determine an estimated pseudorange for a first SPS satellite to be acquired.



Typically, this method reduces the search time to initially acquire SPS signals from the second SPS satellite, and the estimated pseudorange is not based on a previously determined pseudorange for said second SPS satellite. In a particular example of the invention, the approximate location is determined from a cell based information source which correlates an identification of each of various wireless cell sites with an approximate location for objects within a cell of a wireless cell based communication system, such as a cellular (or cell based) telephone system. In other examples of the invention, relatively precise time of day information may be used with information indicating satellite positions and information indicating the approximate location to determine an estimated pseudorange for a first SPS satellite to be acquired.

FOR THE PURPOSES OF INFORMATION ONLY

Codes used to identify States party to the PCT on the front pages of pamphlets publishing international applications under the PCT.

| | | | | | | | |
|----|--------------------------|----|--|----|--|----|--------------------------|
| AL | Albania | ES | Spain | LS | Lesotho | SI | Slovenia |
| AM | Armenia | FI | Finland | LT | Lithuania | SK | Slovakia |
| AT | Austria | FR | France | LU | Luxembourg | SN | Senegal |
| AU | Australia | GA | Gabon | LV | Latvia | SZ | Swaziland |
| AZ | Azerbaijan | GB | United Kingdom | MC | Monaco | TD | Chad |
| BA | Bosnia and Herzegovina | GE | Georgia | MD | Republic of Moldova | TG | Togo |
| BB | Barbados | GH | Ghana | MG | Madagascar | TJ | Tajikistan |
| BE | Belgium | GN | Guinea | MK | The former Yugoslav Republic of Macedonia | TM | Turkmenistan |
| BF | Burkina Faso | GR | Greece | | | TR | Turkey |
| BG | Bulgaria | HU | Hungary | ML | Mali | TT | Trinidad and Tobago |
| RJ | Benin | IE | Ireland | MN | Mongolia | UA | Ukraine |
| BR | Brazil | IL | Israel | MR | Mauritania | UG | Uganda |
| BY | Belarus | IS | Iceland | MW | Malawi | US | United States of America |
| CA | Canada | IT | Italy | MX | Mexico | UZ | Uzbekistan |
| CF | Central African Republic | JP | Japan | NE | Niger | VN | Viet Nam |
| CG | Congo | KE | Kenya | NL | Netherlands | YU | Yugoslavia |
| CH | Switzerland | KG | Kyrgyzstan | NO | Norway | ZW | Zimbabwe |
| CI | Côte d'Ivoire | KP | Democratic People's Republic of Korea | NZ | New Zealand | | |
| CM | Cameroon | | | PL | Poland | | |
| CN | China | KR | Republic of Korea | PT | Portugal | | |
| CU | Cuba | KZ | Kazakhstan | RO | Romania | | |
| CZ | Czech Republic | LC | Saint Lucia | RU | Russian Federation | | |
| DE | Germany | LI | Liechtenstein | SD | Sudan | | |
| DK | Denmark | LK | Sri Lanka | SE | Sweden | | |
| EE | Estonia | LR | Liberia | SG | Singapore | | |

METHOD AND APPARATUS FOR ACQUIRING SATELLITE POSITIONING SYSTEM SIGNALS

CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

This application is a continuation-in-part of U.S. Patent Application Serial No. 08/845,545, filed on April 24, 1997 by Norman F. Krasner and a continuation-in-part of U.S. Patent Application Serial No. 08/759,523, filed on December 4, 1996 by Norman F. Krasner and a continuation-in-part of U.S. Patent Application Serial No. 08/612,582, filed on March 8, 1996 by Norman F. Krasner.

FIELD OF THE INVENTION

The present invention relates to receivers capable of acquiring signals from satellites used in satellite positioning systems (SPS), such as the global positioning system (GPS).

BACKGROUND OF THE INVENTION

GPS receivers normally determine their position by computing relative times of arrival of signals transmitted simultaneously from a multiplicity of GPS (or NAVSTAR) satellites. These satellites transmit, as part of their message, both satellite positioning data, so-called "ephemeris," as well as clock timing data. The process of searching for and acquiring GPS signals, reading the satellite data for a multiplicity of satellites and computing the location of the receiver from this data is time consuming, often requiring several minutes. In many cases, this lengthy processing time is unacceptable and, furthermore, greatly limits battery life in micro-miniaturized portable applications. Furthermore, under severe blockage conditions where increased receive sensitivity is required, this processing time may increase significantly.

There are two principal functions of GPS receiving systems: (1) computation of the pseudoranges to the various GPS satellites, and (2) computation of the position of the receiving platform using these pseudoranges and satellite timing and ephemeris data. The pseudoranges are simply the time delays measured between the received signal from each satellite and a local clock. Alternatively, time delay may be measured between the transmitted signal from each satellite and a local clock. Here, the position history of each satellite is used

-2-

to include the path delay from the satellite to the sensor. If the time delay is then multiplied by the speed of light we get the pseudorange expressed as a distance. It becomes a true range when the time of the local clock (or clock bias) and other small timing errors are ascertained. For the purposes of the present invention, which is concerned with signal search and acquisition, we use the preceding definition of pseudorange as the time delay between a received satellite signal and a local clock. Furthermore, the pseudorange of interest herein is the time modulo the frame period of the underlying pseudorandom spreading sequence, which for the United States GPS system C/A code is 1 millisecond. Note that pseudorange should be distinguished from satellite range. Satellite range is a true distance from a satellite to an SPS receiver. In some cases the range is expressed in time units by dividing the range (in meters, for example) by the speed of light.

The satellite ephemeris and timing data is extracted from the GPS signal once it is acquired and tracked. As stated above, collecting this information normally takes a relatively long time (30 seconds to several minutes) and must be accomplished with a good received signal level in order to achieve low error rates. This invention is primarily concerned with rapid methods for determining the pseudoranges of in-view satellites, preferably all in-view satellites.

Most GPS receivers utilize correlation methods to compute pseudoranges. These correlation methods are typically performed in real time, often with hardware correlators. GPS signals contain high rate repetitive signals called pseudorandom (PN) sequences. The codes available for civilian applications are called C/A codes, and have a binary phase-reversal rate, or "chipping" rate, of 1.023 MHz and a repetition period of 1023 chips for a code period of 1 msec. The code sequences belong to a family known as Gold codes. Each GPS satellite broadcasts a signal with a unique Gold code.

For a signal received from a given GPS satellite, following a downconversion process to baseband, a correlation receiver multiplies the received signals by a stored replica of the appropriate Gold code contained within its local memory, and then integrates, or lowpass filters, the product in order to obtain an indication of the presence of the signal. This process is termed a "correlation" operation. By sequentially adjusting the relative timing of this stored replica relative to the received signal, and observing the magnitude of the correlation output, or an average of a set of successive outputs, the receiver can determine the

time delay between the received signal and a local clock. The initial determination of the presence of such an output is termed "acquisition." Once acquisition occurs, the process enters the "tracking" phase in which the timing of the local reference is adjusted in small amounts in order to maintain a high correlation output. The correlation output during the tracking phase may be viewed as the GPS signal with the pseudorandom code removed, or, in common terminology, "despread." This signal is narrow band, with bandwidth typically commensurate with a 50 bit per second binary phase shift keyed data signal which is superimposed on the GPS waveform.

The correlation acquisition process is very time consuming, especially if received signals are weak. This is because a correlator must search for PN frame epoch in a serial manner over all possible 1023 chip positions of the PN code. To improve acquisition time, most GPS receivers utilize a multiplicity of correlators (up to 12 typically) which allows a parallel search over the possible epoch positions for a correlation peak.

An alternative acquisition method, described in one example of a method in U.S. Patent 5,663,734, provides higher sensitivity and higher processing speed by performing a large number of FFT operations together with special, optional preprocessing and postprocessing operations. In this method, received data is downconverted to a suitable low frequency intermediate frequency, digitized and stored in a buffer memory. This data is then operated upon using, in one example, a programmable digital signal processing IC which performs the above-mentioned FFT and other operations. In effect, these operations allow for the parallel implementation of a large number of correlators (thousands). Furthermore, since the operations are performed on a single data set, or "block," they are not subject to the fluctuating signal levels and changing nature of the signal environment common to correlator approaches.

As discussed above, the first task of a GPS receiver is to determine the time-of arrivals, or pseudoranges, of each of the GPS which it can view. This is done by means of a search process. There are two major variables that need to be searched over: time and frequency. As discussed above, the pseudorandom framing structure of each GPS signal makes it necessary to search over the 1023 chips of the code to establish an initial PN frame synchronization. However, in general there will be a lack of precise knowledge of the carrier frequency of each

GPS signal. Normally, this implies that a set of carrier frequencies also need to be searched over. Otherwise, an error in carrier frequency may result in a lack of a strong correlation output at all possible epoch positions. The uncertainty in carrier frequency is due to three factors: (A) Doppler associated with the satellites, which is less than ± 4 kHz, (B) Doppler associated with the receiver platform if it is in motion, which is typically less than several hundred Hz, and (C) frequency errors associated with the reference oscillator (L.O.) in the GPS receiver, which can range from hundreds of Hz to tens of kilohertz, depending upon the quality of the oscillator used in the receiver. Normally, search over unknown carrier is done in increments of frequency, that are a fraction of the reciprocal of the coherent integration time of the correlator or matched filter device. This coherent integration time is equal to the number of PN frames that are compared to a locally generated reference prior to any detection operation. This number is typically in the range of 1 to 20 PN frames, that is 1 to 20 milliseconds. Coherent integration beyond 20 milliseconds is normally inadvisable since the presence of a priori unknown 50 baud binary phase shift keyed data (the satellite data message) placed on top of the signal does not allow coherent processing gain beyond one data bit period, or 20 milliseconds. As an example, then, if the receiver uses a coherent integration time of 2 milliseconds, then a suitable step across unknown frequency would be 0.5/2 milliseconds, or 250 Hz. If a range of ± 10 kHz were to be searched, then a number of steps equal to around 80 would be required.

In addition to coherent processing, an acquisition receiver performs incoherent processing. That is, the output of the coherent correlation process is detected, with a square-law or linear detector, and then summed with previous outputs. This permits improved sensitivity. In fact, to detect GPS with significant blockage, a very large number of postdetection summations may be required, as many as 1000 in some cases. There is an obvious tradeoff then between sensitivity and the number of postdetection integrations performed. Note that if a single correlator is being used to acquire a GPS signal, then it will dwell for a period of $1 \text{ msec} \times N_{\text{pred}} \times N_{\text{postd}}$ seconds, where N_{pred} are the number of PN frames integrated coherently and N_{postd} are the number of postdetections summed. In cases of high blockage this total integration time can be as much as one second. The acquisition receiver must typically search over one-half chip intervals in time over the 1023 chips periods, for a total of 2046 possible time delays. The example

given before indicated that perhaps 80 different carrier frequencies would have to be searched. Thus there may have to be 163,680 different time-frequency hypotheses, or "bins" that may have to be searched to acquire a GPS signal. A single correlator would then require over 163,680 seconds to perform the search in the example just cited (1 second dwell per time-frequency bin and 80 frequency bins). Clearly this is impractical.

Traditional GPS systems trade off sensitivity for acquisition time. Thus, if a predetection integration time of 1 millisecond were used and only one postdetection integration were used, then for the above situation of 80 frequency bins, the total search time would be 163.7 seconds. This is over two minutes. To further reduce acquisition time most GPS receivers use stabilized oscillators that reduce the search requirements to around ± 2 kHz and hence this would reduce the search range by a factor of 5 relative to the above example. An alternative to reducing acquisition time is to use many parallel correlators, or a matched filter approach, as discussed previously. However, note that several GPS signals need to be acquired in order to perform a position fix.

No matter what acquisition approach is employed, it is desirable to decrease the search frequency range and/or the search time range, in order to reduce the total acquisition time. Many authors have addressed methods for reducing the search frequency range (see for example U.S. Patent No. 4,445,118). These normally revolve around having approximate knowledge of the Doppler frequencies of the GPS satellites. This can be gotten by means of an auxiliary source of such information, such as a communications link, or it may be obtained by computing such Doppler frequencies, if the GPS receiver has an approximate knowledge of time and location. In the latter case, it is assumed that the GPS receiver has stored the so-called Almanac data provided by the GPS satellites themselves. This data provides approximate satellite position versus time, which is valid for periods on the order of a month. Even with estimated Doppler, search times which are required to acquire GPS signals are often still long. Various means may also be used to reduce the uncertainty of the local frequency reference. This includes stabilizing this reference via external transmissions to the GPS receiver, using special high stability or calibrated oscillators, etc. It should be noted that the error due to oscillator instability is common to all satellite signals. Hence, once the first signal is acquired, it is

-6-

usually easy to eliminate the local oscillator as a primary source of frequency instability.

It is desirable, in an SPS receiver, to limit the search range over PN epoch during initial SPS signal acquisition, that is, the search over the 1023 possible chip positions of the received GPS signals. It is noted that this should be contrasted to the case of re-acquisition in which the receiver must re-acquire GPS signals after it has recently (e.g. within several seconds) lost them. In this case the GPS receiver merely searches a range of PN epochs within the vicinity of the last determined PN epoch. Re-acquisition strategies have been part of the normal operation of GPS receivers almost since the concept of GPS was first developed.

SUMMARY OF THE INVENTION

The present invention provides various methods and apparatuses for reducing the acquisition time of signals from SPS satellites. In an example of a method of the present invention, an approximate location of the SPS receiver is determined. An estimated pseudorange for a particular SPS satellite is determined from time of day, the approximate location and satellite position information of the particular SPS satellite. The SPS receiver then searches for SPS signals from the particular SPS satellite in a range determined by the estimated pseudorange. Typically, this method reduces the search time to initially acquire SPS signals from the particular SPS satellite. In one particular example of the present invention, the approximate location is determined from a cell based information source which correlates an identification of each of various wireless cell sites with an approximate location for objects within a cell serviced by a wireless cell site in a wireless cell based communication system, such as a cellular telephone system.

In another particular example of the present invention, a server system assists a mobile SPS receiver by determining the estimated pseudoranges and causing these estimated pseudoranges to be transmitted to a mobile SPS receiver. The server may be coupled to the mobile SPS receiver through a wireless cell based communication system.

In other examples of the present invention, the time to acquire signals from SPS satellites may be reduced by determining a time of day to an accuracy of better than a framing period of the SPS signals (e.g. 1 millisecond for U.S. GPS system) and obtaining a set of mathematical expressions which specify (for a given

approximate location at a given time) the estimated distance (or time of signal travel) from an SPS satellite. The time of day and the mathematical expressions determine the estimated pseudoranges around which searching may be performed to acquire SPS signals from SPS satellites.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Figure 1 shows an example of an SPS receiver which may be used with the present invention.

Figure 2 shows a pictorial representation of a restricted PN search range according to one example of the present invention.

Figure 3 shows a flowchart depicting an example of a method according to the present invention.

Figure 4 shows an example of a wireless cell based communication system which may be used with the present invention.

Figure 5 shows an example of a location server which may be used to provide SPS assistance data to a mobile SPS receiver in accordance with one example of the present invention.

Figure 6 shows an example of an SPS receiver which may be used with a location server.

Figure 7 shows an example of a reference GPS receiver which may be used with the location server shown in **Figure 4**.

Figure 8 shows an example of a cell based information source which may be used according to one aspect of the present invention.

Figure 9 is a flowchart depicting another method according to the present invention in which a location server provides SPS assistance information according to one example of the present invention.

Figure 10 is a table which depicts alternative methods of reducing search time according to various examples of the present invention; these methods may also be used in combination.

DETAILED DESCRIPTION

The present invention provides various methods and apparatuses for reducing the time to acquire SPS signals from SPS satellites. The following description and drawings are illustrative of the invention and are not to be

construed as limiting the invention. Numerous specific details are described to provide a thorough understanding of the present invention. However, in certain instances, well known or conventional details are not described in order to not unnecessarily obscure the present invention in detail.

Figure 1 shows an example of an SPS receiver, such as a GPS receiver, which may be used with the present invention. The receiver 101 includes an antenna 102 for receiving SPS signals. The SPS signals from the antenna 102 are provided to a low-noise amplifier 104 which amplifies the signals which are then provided to a mixer 106 which is clocked by a local oscillator 108. The mixer 106 produces downconverted SPS signals which are processed by the intermediate frequency stage 110 and are provided to the correlator system 112. The correlator system 112 is coupled to an SPS navigation computer 114. The SPS navigation computer 114 is typically controlling the operation of the correlator system 112 and the local oscillator 108 such that SPS signals are acquired and tracked and the satellite ephemeris data then read from the SPS signals in order to determine the position of the SPS receiver. The receiver 101 may be used in accordance with the present invention by, for example, using an estimated pseudorange to a particular satellite in order to reduce the time to acquire SPS signals from that satellite. Typically, such a SPS receiver will include a communication receiver which receives position aiding information or time of day information as described below, and this information is provided to the SPS navigation computer 114 which in turn uses the information in accordance with the invention to reduce the search time to acquire SPS signals from SPS satellites. The present invention may be used with SPS receivers having different receiver architectures, including for example conventional correlator receiver systems, receivers using digital signal processors with convolution algorithms (e.g. see U.S. Patent No. 5,663,734), receivers using matched filters (e.g. see co-pending U.S. Patent Application Serial No. 09/021,854, filed February 11, 1998) and receivers using highly parallel correlation (e.g. see co-pending U.S. Patent Application Serial No. 09/087,438, filed May 29, 1998; also see PCT International Publication No. WO 97/40398, published 30 October 1997).

Two main approaches are discussed below which utilize a priori information to reduce time to search for pseudoranges. In the first approach accurate time of day information is combined with approximate user and satellite

position information to restrict the range of search. In the second case only approximate time of day information is available. Then the range of search for the first satellite signal is not restricted, but must be searched in its entirety (over a 1 millisecond PN frame period). Subsequent pseudorange searches can use the pseudorange so determined for the first received signal plus approximate user and satellite positions to restrict their search ranges. This latter case is discussed in more detail below followed by the first case.

Assume that the SPS receiver has acquired one SPS signal through conventional techniques, as described above. Assume that the SPS receiver has an approximate knowledge of its location, for example within 10 miles in radius, the time of day, for example to 1 second accuracy, and the approximate satellite position vs. time, such as is provided by the Almanac. Note that if the received signal is strong enough, then the time information can be obtained from the first received signal within a period of 6 seconds (one subframe). Approximate position can be found from a prior fix or from general knowledge of location (e.g. restricting location to a city and its environment), or from auxiliary information provided to the receiver, e.g. through a communications link as in the example described below.

It is possible to restrict the search ranges by using the approximate position. The SPS receiver must acquire 4 SPS signals for a 3 dimensional fix and 3 signals for a 2 dimensional fix. Assume that the PN epoch is at time T_1 , modulo 1 millisecond (the PN code repeats every 1 millisecond). Now assume that a search for a second satellite signal is proceeding. If the geographical location of the receiver were known exactly, then its PN epoch relative to T_1 would be known to high precision. This is the case since the remaining sources of error would be time-of-day and satellite position error. Consider these two errors. Time-of-day error results in satellite position errors. The Doppler of the GPS satellites is typically less than 2700 nsec/sec. Hence, the maximum Doppler difference between two GPS satellites is less than around ± 5.4 microsec/sec. Hence, for a time error of 1 second, the resulting error between two PN epochs would be ± 5.4 microseconds, or less than ± 6 chips. Consider now the satellite position error. If this error is less than 2 miles radially, then the maximum time error associated with the position errors is that corresponding to the time that light travels 2 miles, or about 10 microseconds. Thus, in this example, satellite

position error dominates. If we sum together these two errors we see that a maximum differential time error of ± 15.4 microseconds results. This corresponds to a range of approximately ± 15.4 chips and in many cases much less. Thus, under the above circumstances, we can narrow the search range by a factor of about $1023/(2 \times 15.4) = 33.2$. Furthermore, by doing the search in a serpentine manner starting with the expected PN epoch for the second satellite, one can, on average, reduce this search time much more. This improved speed is such that the total search and acquisition time for all signals from GPS satellites, other than the first satellite, should not be appreciably more, and often less, than that for the first satellite. An example of the invention is shown pictorially in **Figure 2**.

Each of the "pulses" 133, 134 and 138 of this figure represents the time of arrival of the epoch of satellite vehicle's signal (SV). The large vertical lines 131 and 132 represent the PN epochs of the (receiver's) locally generated PN signal. The time T_1 136 is measured by the receiver and is based upon the measured time-of-arrival of the first SV signal relative to reference PN epoch 131. Once T_1 is determined the estimated time of arrival of the second satellite signal can be made. This is shown as an offset δT_{nom} 137 relative to the measured time T_1 . δT_{nom} is computed by the formula $(R_2 - R_1)/c$, where R_1 is the estimated range from the estimated receiver position on earth to the first GPS satellite and R_2 is the estimated range from the estimated receiver position on earth to the second GPS satellite both using the estimated time-of-day, and where c is the speed of light. As discussed above, the estimated GPS satellite positions, estimated time-of-day and estimated receiver position are all in error to some extent, with the major error normally associated with receiver position. The area 135 around the position $T_1 + \delta T_{nom}$ represents the uncertainty in the time-of-arrival of the PN epochs from the second satellite due to these errors. This is also shown as the range or region E. As illustrated above, this typically may be on the order of tens of microseconds. Since only the region E need be searched for the second SV pseudorange, it is obvious that a great reduction in search time is achieved, relative to searching for time-of-arrival between adjacent PN epochs.

Figure 3 is a flowchart showing the steps in acquiring the pseudoranges in one example of an efficient manner described above. The processing begins with the acquisition of the first GPS signal in step 161 and the determination of a pseudorange to the corresponding satellite which is transmitting this first signal.

Once this is done the time-of-day may be obtained by reading the satellite data message from this signal or by having such data transmitted from an external source to the receiver. Alternatively, the receiver may have been maintaining a good estimate of time of day using an elapsed time counter. The receiver retrieves in step 163 the approximate user position and satellite position information either from stored information gathered in the past (e.g. almanac data) or via a transmission of such information via a communication link (or even manual entry). From this information the estimated pseudorange (modulo 1 millisecond periods) is estimated in step 165 and a bound on the error (e.g. error range) of this estimate is made in step 167 based upon the errors in the receiver position, time of day, and quality of the satellite position information. The receiver then searches in step 169 the restricted range of possible pseudorange equal to the estimated pseudorange plus and minus the error range. Normally in initial acquisition, the estimated pseudorange is not based on a previously determined pseudorange for the particular SPS satellite. This process is normally repeated for all satellites, in step 171, until they all are acquired. Note that once three satellite signals are acquired, one can normally compute a two-dimensional position fix, which will greatly reduce the position error of the receiver. This information can then be used to further reduce the pseudorange search region for subsequent SV's.

The above approach is especially advantageous when the error due to local oscillator instability does not dominate the acquisition time of the first satellite. Then, the search time is dominated by the search over satellite Doppler and, of course, unknown PN epoch. Thus the approach discussed above can potentially reduce acquisition time of all satellites by an amount approaching M , where M are the number of satellites to be acquired. Further, the various methods and apparatuses of the invention may be used with techniques for providing a stable local oscillator signal which is used to acquire GPS signals, such as those techniques described in co-pending U.S. Patent Application Serial No. 08/612,582 filed March 8, 1996 and co-pending U.S. Patent Application Serial No. 08/759,523 filed December 4, 1996 (both of these applications are hereby incorporated herein by reference).

The method described above dramatically reduces the time to acquire the second and subsequent satellite signals, but does not reduce the time to acquire the first satellite signal. In the example cited above, subsequent GPS signals would

be acquired in $1/33$ the time of the first. Hence if the first signal required acquisition time D , and 6 signals total were to be acquired, then the total acquisition time would be $(1+5/33)D$ versus $6D$ if a straightforward search were performed, a savings of a factor of 5.21. In many situations much better improvement can be made if the first signal can be acquired more rapidly. This requires some precise knowledge of absolute time (e.g. less than 100 microsecond error) at the GPS receiver. This can often be done by means of a time transfer mechanism. We assume here that the receiver has approximate knowledge of its position and approximate satellite position information (satellite Almanac).

Such a time transfer mechanism is possible by means of an auxiliary communication link from an outside source to the GPS receiver. There are a number of instances of this. The first example is the IS-95 CDMA spread spectrum cellular telephone standard, which provides timing information that is accurate to approximately 1 microsecond, plus any propagation delays from the cellular basestation to the cellular telephone and signal processing delays within the telephone itself. A distance of 5 miles from the cell site to the telephone, which represents a relatively long path delay, results in a time delay of around 26 microseconds. If the GPS receiver assumes a mean path delay of 13 microseconds, then an error of ± 13 microseconds results. It is reasonable to assume that the worst case time transfer error is such a system can be kept below around ± 20 microseconds. Since the total PN frame duration is 1 millisecond, this reduces the search time for the first satellite by a factor of 26, if a standard correlator system were used. Again, using the previous example we would get a total search time of approximately $D/26 + 5D/33$ or $0.19D$ versus $6D$ with no restriction in time search, or a savings of a factor of 31.6. This is approximately $1/6$ the search time required if only absolute time were available.

Other time-transfer mechanisms may be available in specialized cases. A dedicated communication link may be established to provide timing signals to a local area. Certain broadcast signals, such as WWV and its variations, provide timing information, but the accuracy of these signals may not be sufficient to allow significant reduction in acquisition time. Many additional CDMA type cellular systems are currently being proposed as world wide standards and some of these systems may incorporate time transfer mechanisms.

In the above description, precision time-of-day (less than 100 microsecond error, for example) was used together with approximate position and knowledge of satellite positions to find the first pseudorange unambiguously. The other pseudoranges are then found via a computation of time offsets from this first pseudorange and the approximate satellite positions. Of course, it is possible to treat each pseudorange corresponding to each received satellite signal separately and hence search for each pseudorange without reference to the others. This may incur unneeded search time, however, especially if the error in absolute time dominates. For example, suppose the absolute time is in error by 50 microseconds and suppose all other sources of error (e.g. approximate location error) are 20 microseconds. Then the search for the first pseudorange requires search over a range of at least 70 microseconds. If one then searched for the second pseudorange independently, it would again require a search range of over 70 microseconds. However, relative to the position of the first pseudorange the range of search for the second would only be 20 microseconds. Stated another way, the search for the first pseudorange reduced the search range, relative to a local clock in the receiver, by the 50 microsecond timing error. Hence, subsequent searches can take advantage of this reduction in search range.

Another embodiment of the present invention uses a server system. Some mobile GPS systems operate together with a remote server. Typically, the mobile GPS receiver computes pseudoranges and sends these to the server for a final computation of position. This setup allows for increased receiver sensitivity since the receiver need not read the GPS satellite data message, a task that requires fairly high received signal-to-noise ratio. In this situation communication with the server allows the server to provide information to the GPS receiver that help restrict its range of search. U.S. Patent No. 5,663,734 describes a system which includes a server and a mobile GPS receiver. The flowchart of operation can proceed just as in **Figure 3** except that the server computes the estimated pseudorange of all SV signals relative to the first one to be searched. That is, the operation of the processing blocks 163, 165 and 167 of **Figure 3** are performed at the server. This can be done since the server, assumed to be in proximity to the GPS receiver or else know its approximate location, knows the time-of-day, approximate user location and satellite position information. Hence, the server can send the estimated pseudoranges to the GPS receiver relative to the first GPS SV signal to

-14-

be searched. After the operations of **Figure 3** are complete, the GPS receiver sends time-tagged pseudoranges to the server, which completes the position calculation. This latter time-tagging need only be to an accuracy of about several milliseconds and is needed to perform the final position calculation accurately. The time tagging is needed so that the approximate position of the GPS satellites are known when the pseudoranges are measured. Again, this time tagging can be done using received signals at the GPS receiver, such as those available on a CDMA cellular network.

Figure 4 shows an example of a cell based communication system 10 which includes a plurality of cell sites, each of which is designed to service a particular geographical region or location. Examples of such cellular based or cell based communication systems are well known in the art, such as the cell based telephone systems. The cell based communication system 10 includes two cells 12 and 14, both of which are defined to be within a cellular service area 11. In addition, the system 10 includes cells 18 and 20. It will be appreciated that a plurality of other cells with corresponding cell sites and/or cellular service areas may also be included in the system 10 coupled to one or more cellular switching centers, such as the cellular switching center 24 and the cellular switching center 24b.

Within each cell, such as the cell 12, there is a wireless cell site, or cellular site, such as cell site 13 which includes an antenna 13a which is designed to communicate through a wireless communication medium with a communication receiver which may be combined with a mobile GPS receiver such as the receiver 16 shown in **Figure 4**. An example of such a combined system having a GPS receiver and a communication system is shown in **Figure 6** and may include both a GPS antenna 77 and a communication system antenna 79.

Each cell site is coupled to a cellular switching center. In **Figure 4**, cell sites 13, 15, and 19 are coupled to switching center 24 through connections 13b, 15b and 19b respectively and cell site 21 is coupled to a different switching center 24b through connection 21b. These connections are typically wire line connections between the respective cell site and the cellular switching centers 24 and 24b. Each cell site includes an antenna for communicating with communication systems serviced by the cell site. In one example, the cell site may be a cellular telephone cell site which communicates with mobile cellular

-15-

telephones in the area serviced by the cell site. It will be appreciated that a communication system within one cell, such as receiver 22 shown in cell 4, may in fact communicate with cell site 19 in cell 18 due to blockage (or other reasons why cell site 21 cannot communicate with the receiver 22).

In a typical embodiment of the present invention, the mobile GPS receiver 16 includes a cell based communication system which is integrated with the GPS receiver such that both the GPS receiver and the communication system are enclosed in the same housing. One example of this is a cellular telephone having an integrated GPS receiver which shares common circuitry with the cellular telephone transceiver. When this combined system is used for cellular telephone communications, transmissions occur between the receiver 16 and the cell site 13. Transmissions from the receiver 16 to the cell site 13 are then propagated over the connection 13b to the cellular switching center 24 and then to either another cellular telephone in a cell serviced by the cellular switching center 24 or through a connection 30 (typically wired) to another telephone through the land-based telephone system/network 28. It will be appreciated that the term wired includes fiber optic and other non wireless connections such as copper cabling, etc. Transmissions from the other telephone which is communicating with the receiver 16 are conveyed from the cellular switching center 24 through the connection 13b and the cell site 13 back to the receiver 16 in the conventional manner.

The remote data processing system 26 (which may be referred to in some embodiments as a GPS server or a location server) is included in the system 10 and is in one embodiment used to determine the position of a mobile GPS receiver (e.g. receiver 16) using GPS signals received by the GPS receiver. The GPS server 26 may be coupled to the land-based telephone system/network 28 through a connection 27, and it may also be optionally coupled to the cellular switching center 24 through the connection 25 and also optionally coupled to center 24b through the connection 25b. It will be appreciated that connections 25 and 27 are typically wired connections, although they may be wireless. Also shown as an optional component of the system 10 is a query terminal 29 which may consist of another computer system which is coupled through the network 28 to the GPS server 26. This query terminal 29 may send a request, for the position of a particular GPS receiver in one of the cells, to the GPS server 26 which then initiates a conversation with a particular communication system/GPS receiver

through the cellular switching center in order to determine the position of the GPS receiver and report that position back to the query terminal 29. In another embodiment, a position determination for a GPS receiver may be initiated by a user of a mobile GPS receiver; for example, the user of the mobile GPS receiver may press 911 on the integrated cell phone to indicate an emergency situation at the location of the mobile GPS receiver and this may initiate a location process in the manner described herein.

It should be noted that a cellular based or cell based communication system is a communication system which has more than one transmitter, each of which serves a different geographical area, which is predefined at any instant in time. Typically, each transmitter is a wireless transmitter which serves a cell which has a geographical radius of less than 20 miles, although the area covered depends on the particular cellular system. There are numerous types of cellular communication systems, such as cellular telephones, PCS (personal communication system), SMR (specialized mobile radio), one-way and two-way pager systems, RAM, ARDIS, and wireless packet data systems. Typically, the predefined geographical areas are referred to as cells and a plurality of cells are grouped together into a cellular service area, such as the cellular service area 11 shown in **Figure 4**, and these pluralities of cells are coupled to one or more cellular switching centers which provide connections to land-based telephone systems and/or networks. Service area are often used for billing purposes. Hence, it may be the case that cells in more than one service area are connected to one switching center. For example, in **Figure 4**, cells 1 and 2 are in service area 11 and cell 3 is in service area 13, but all three are connected to switching center 24. Alternatively, it is sometimes the case that cells within one service area are connected to different switching centers, especially in dense population areas. In general, a service area is defined as a collection of cells within close geographical proximity to one another. Another class of cellular systems that fits the above description is satellite based, where the cellular basestations or cell sites are satellites that typically orbit the earth. In these systems, the cell sectors and service areas move as a function of time. Examples of such systems include Iridium, Globalstar, Orbcomm, and Odyssey.

Figure 5 shows an example of a GPS server 50 which may be used as the GPS server 26 in **Figure 4**. The GPS server 50 of **Figure 5** includes a data

processing unit 51 which may be a fault-tolerant digital computer system. The SPS server 50 also includes a modem or other communication interface 52 and a modem or other communication interface 53 and a modem or other communication interface 54. These communication interfaces provide connectivity for the exchange of information to and from the location server shown in **Figure 5** between three different networks, which are shown as networks 60, 62, and 64. The network 60 includes the cellular switching center or centers and/or the land-based phone system switches or the cell sites. Thus the network 60 may be considered to include the cellular switching centers 24 and 24b and the land-based telephone system/network 28 and the cellular service area 11 as well as cells 18 and 20. The network 64 may be considered to include the query terminal 29 of **Figure 4**, an example of which is the Public Safety Answering Point (PSAP) which is typically the control center which answers 911 emergency telephone calls. In the case of the query terminal 29, this terminal may be used to query the server 26 in order to obtain a position information from a designated mobile SPS receiver located in the various cells of the cell based communication system. In this instance, the location operation is initiated by someone other than the user of the mobile GPS receiver. In the case of a 911 telephone call from the mobile GPS receiver which includes a cellular telephone, the location process is initiated by the user of the cellular telephone. The network 62, which represents the GPS reference network 32 of **Figure 4**, is a network of GPS receivers which are GPS reference receivers designed to provide differential GPS correction information and also to provide GPS signal data which contains satellite ephemeris data to the data processing unit. When the server 50 serves a very large geographical area, a local optional GPS receiver, such as optional GPS receiver 56, may not be able to observe all GPS satellites that are in view of mobile SPS receivers throughout this area. Accordingly, the network 62 collects and provides satellite message data which contains satellite ephemeris data and provides differential GPS correction data over a wide area in accordance with the present invention.

As shown in **Figure 5**, a mass storage device 55 is coupled to the data processing unit 51. Typically, the mass storage 55 will include storage for software for performing the GPS position calculations after receiving pseudoranges from the mobile GPS receivers, such as a receiver 16 of **Figure 4**. These pseudoranges are normally received through the cell site and cellular

switching center and the modem or other interface 53. The mass storage device 55 also includes software, at least in one embodiment, which is used to receive and use the satellite message data which contains satellite ephemeris data provided by the GPS reference network 32 through the modem or other interface 54. The mass storage device 55 also typically includes a database which stores cell object information, such as cell site identifiers, and corresponding approximate locations which are typically estimated locations for a mobile SPS receiver which is in radio communication with a particular cell site. This cell object information and corresponding locations is a cell based information source, an example of which is shown in **Figure 8** and is described further below.

In a typical embodiment of the present invention, the optional GPS receiver 56 is not necessary as the GPS reference network 32 of **Figure 4** (shown as network 62 of **Figure 5**) provides the differential GPS information as well as providing the raw satellite data messages from the satellites in view of the various reference receivers in the GPS reference network. It will be appreciated that in server assisted modes (where the server provides assistance data to the mobile SPS receiver) the satellite message data obtained from the network through the modem or other interface 54 is normally used in a conventional manner with the pseudoranges obtained from the mobile GPS receiver in order to compute the position information for the mobile GPS receiver. The interfaces 52, 53, and 54 may each be a modem or other suitable communication interface for coupling the data processing unit to other computer systems in the case of network 64 and to cellular based communication systems in the case of network 60 and to transmitting devices, such as computer systems in the network 62. In one embodiment, it will be appreciated that the network 62 includes a dispersed collection of GPS reference receivers dispersed over a geographical region. The differential correction GPS information, obtained from a receiver near the cell site or cellular service area which is communicating with the mobile GPS receiver through the cellular based communication system, will provide differential GPS correction information which is appropriate for the approximate location of the mobile GPS receiver.

Figure 6 shows a generalized combined system which includes a GPS receiver and a communication system transceiver. In one example, the communication system transceiver is a cellular telephone (sometimes also referred

to as a cell telephone or PCS phone). The system 75 includes a GPS receiver 76 having a GPS antenna 77 and a communication transceiver 78 having a communication antenna 79. The GPS receiver 76 is coupled to the communication transceiver 78 through the connection 80 shown in **Figure 6**. In one mode of operation according to an example of the invention, the communication system transceiver 78 receives approximate Doppler and estimated pseudoranges information through the antenna 79 and provides this approximate Doppler and estimated pseudoranges information over the link 80 to the GPS receiver 76 which performs the pseudorange determination by receiving the GPS signals from the GPS satellites through the GPS antenna 77. The determined pseudoranges are then transmitted to a location server, such as the GPS server shown in **Figure 4** through the communication system transceiver 78. Typically the communication system transceiver 78 sends a signal through the antenna 79 to a cell site which then transfers this information back to the GPS server, such as GPS server 26 of **Figure 4**. Examples of various embodiments for the system 75 are known in the art. For example, U.S. Patent 5, 663,734 describes an example of a combined GPS receiver and communication system which utilizes an improved GPS receiver system. Another example of a combined GPS and communication system has been described in co-pending Application Serial No. 08/652,833, which was filed May 23, 1996. Various different architectures of GPS receivers may be used with the present invention; for example, the various examples of the invention may be used with conventional single or parallel channel correlator SPS receivers, SPS receivers which use digital signal processors with correlation algorithms (e.g. see U.S. Patent No. 5,663,734), SPS receivers using matched filters (e.g. see co-pending U.S. Patent Application Serial No. 09/021,854, filed February 11, 1998, which application is hereby incorporated herein by reference), and SPS receivers using high parallel correlation systems such as those referred to above. The system 75 of **Figure 6**, as well as numerous alternative communication systems having SPS receivers, may be employed with the methods of the present invention to operate with the GPS reference network of the present invention or with an SPS server which is not part of a network (e.g. a server at a cell site with a reference GPS receiver providing the server with time and satellite position information).

Figure 7 shows one embodiment for a GPS reference station. It will be appreciated that each reference station may be constructed in this way and coupled

to the communication network or medium. Typically, each GPS reference station, such as GPS reference station 90 of **Figure 7**, will include a dual frequency GPS reference receiver 92 which is coupled to a GPS antenna 91 which receives GPS signals from GPS satellites in view of the antenna 91. GPS reference receivers are well known in the art. The GPS reference receiver 92, according to one embodiment of the present invention, provides at least two types of information as outputs from the receiver 92. Pseudorange outputs 93 are provided to a processor and network interface 95, and these pseudorange outputs are used to compute pseudorange corrections in the conventional manner for those satellites in view of the GPS antenna 91. The processor and network interface 95 may be a conventional digital computer system which has interfaces for receiving data from a GPS reference receiver as is well known in the art. The processor 95 will typically include software designed to process the pseudorange data to determine the appropriate pseudorange correction for each satellite in view of the GPS antenna 91. These pseudorange corrections are then transmitted through the network interface to the communication network or medium 96 to which other GPS reference stations are also coupled. The GPS reference receiver 92 also provides a satellite message data output 94. This data is provided to the processor and network interface 95 which then transmits this data onto the communication network 96.

The satellite message data output 94 is typically the raw 50 baud navigation binary data encoded in the actual GPS signals received from each GPS satellite. As such, the information content includes precision satellite position equations (called ephemeris equations), approximate satellite position information for all satellites, clock error models, time-of-day, and other information. This satellite message data is also referred to as a navigation message which is broadcast as the 50 bit per second data stream in the GPS signals from the GPS satellites and is described in great detail in the GPS ICD-200 document. The processor and network interface 95 receives this satellite message data output 94 and transmits it in real time or near real time to the communication network 96. This satellite message data is transmitted into the communication network and is received through the network at various location servers according to aspects of the present invention.

In certain embodiments of the present invention, only certain segments of the satellite message data may be sent to location servers in order to lower the bandwidth requirements for the network interfaces and for the communication network. Also, this data may not need to be provided continuously. For example, only the first three frames which contain ephemeris equations rather than all 5 frames together may be transmitted into the communication network 96. It will be appreciated that in one embodiment of the present invention, the location server may use the satellite message data transmitted from one or more GPS reference receivers in order to perform a method for measuring time related to satellite data messages, such as the method described in co-pending U.S. Patent Application Serial No. 08/794,649, which was filed February 3, 1997, by Norman F. Krasner. It will be also understood that the GPS reference receiver 92 decoded the different GPS signals from the different GPS satellites in view of the reference receiver 92 in order to provide the binary data output 94 which contains satellite ephemeris data.

Figure 8 shows an example of a cell based information source which in one embodiment may be maintained at a data processing station such as the GPS server 26 shown in **Figure 4**. Alternatively, this information source may be maintained at a cellular switching center such as the cellular switching center 24 of **Figure 4** or at each cell site, such as cell site 13 shown in **Figure 4**. Typically, however, this information is maintained and routinely updated at the location server which is coupled to the cellular switching center. The information source may maintain the data in various formats, and it will be appreciated that the format shown in **Figure 8** illustrates only one example of a format. Typically, each estimated location, such as estimated location 212a, will include a corresponding cell object such as a cell site location or identification for a cell site or service area, such as cell site identifier 208a. The information in the cell based information source 201 may be maintained in a database which includes cell object information, such as an identification of cell service areas or cell sites shown in columns 208 and 210 respectively and also include corresponding estimated locations such as the information shown in column 212. It will be appreciated that each estimated location may be an average location of the geographical region covered by the radio signal coverage from a cell site. Other mathematical representations of the estimated location around the cell site may be used. It may

be useful to use an estimated location near the cell site (such as estimated location 212a) rather than the location of the cell site particularly where the cell site's position may not be representative of the locations at which mobile SPS receivers can be found in the particular area in radio coverage of the cell site.

The use of the cell based information source 201 will now be described in conjunction with **Figure 9** which shows an example of a method of the present invention. In this following description, it will be assumed that the mobile SPS receiver will receive SPS signals and determine pseudoranges from those signals but will not complete a position solution calculation at the mobile receiver. Rather, the mobile receiver will transmit these pseudoranges to a particular cell site with which it is in radio communication and this cell site will forward the pseudoranges to a mobile switching center which will in turn forward the pseudoranges to a location server, such as the GPS server 26 of **Figure 4**.

The method of **Figure 9** begins in step 251 in which a mobile SPS receiver transmits a request for SPS assistance information. Typically, this will occur when the position of the receiver is desired. This may be at the request of the user of the SPS receiver (e.g. a "911" call from the user) or at the request of another user remotely located from the SPS receiver in order to track the SPS receiver. This assistance information request is forwarded through the cell based communication system to the location server which receives, in step 253, the request for SPS assistance information. In step 255, the location server determines the cell site identifier which identifies the cell site which is communicating with the communication system of the mobile SPS receiver. The location server obtains the approximate location for an object in the cell serviced by the cell site from a cell based information source. This may occur by the location server receiving a cell site identifier or a location for the cell site which is in wireless communication with a mobile cell based communication system which is coupled to the mobile SPS receiver, such as the receiver shown in **Figure 6**. For example, the cell site may forward its identifier information or may forward its location with the SPS assistance information request from the mobile SPS receiver to the location server. Using either the cell site identifier or the location of the cell site, the location server performs a lookup operation in the cell based information source to obtain the approximate location for an object in the cell serviced by the cell site. In step 257, the location server then determines the satellite positions for

satellites in view of an object in the cell. The location server will typically also determine the time of day and determine, from the satellite position information and the time of day, estimated ranges to satellites in view of an object in the cell. For example, time of day information may be obtained from an SPS receiver that is locally connected to the location server or from a remote SPS receiver whose time of day information is communicated to the location server via a communications link (e.g. a long distance link or wide area network). These estimated ranges are based upon the approximate location determined for an object in the cell; the approximate location is taken to be the approximate location of the mobile SPS receiver. These estimated ranges are also based upon the satellite positions determined for the satellites in view at the time of day determined by the location server. In step 259, the server causes the estimated ranges and, optionally, additional information including, for example, Doppler for satellites in view, to be transmitted to the mobile SPS receiver. In step 261, the mobile SPS receiver receives estimated ranges and acquires signals from a first satellite and determines a first pseudorange to the first satellite and then searches for the next satellites using the estimated pseudoranges to the next satellites. In this manner, the mobile SPS receiver can shorten the search time which is required to acquire SPS signals from the various satellites in view by searching in ranges determined by the estimated pseudoranges to each appropriate satellite. It will be appreciated that the estimated pseudoranges may include an estimated pseudorange for the first satellite and that this estimated pseudorange may or may not be used in searching for the first satellite's signals depending upon its accuracy. Often, the first satellite which is acquired has the highest signal-to-noise ratio relative to the other satellites in view.

It will be appreciated that in other examples of the invention, the mobile SPS receiver may determine pseudoranges for satellites in-view and determine its position (e.g. latitude and longitude) by obtaining satellite ephemeris data and calculating its position from the determined pseudoranges and the satellite ephemeris data; in this case, a server may provide to the mobile receiver the satellite ephemeris data of satellites in view of the server in a region, such as a cell, but not perform a final position calculation.

In yet other examples of the present invention, a location server may be dedicated to and located at a cell site with a GPS reference receiver. In this case,

each cell site may have its own location server and GPS reference receiver which provides time of day and satellite ephemeris data to the location server which in turn can use this data in accordance with the present invention to provide estimated pseudoranges or estimated satellite ranges to the mobile SPS receiver, or to provide time of day, approximate location, and satellite position data to the mobile SPS receiver so that it can determine estimated ranges in order to reduce the search time to acquire SPS signals. With a GPS reference receiver at the cell site, there is typically no need to receive data from a network of GPS reference receivers as the local GPS reference receiver can determine differential corrections and satellite ephemeris data and time of day from satellites in-view of the receiver, and the location of the cell site (or some approximate proxy) may be used as the approximate location of the mobile SPS receiver which is in communication with the cell site. This local server may merely transmit aiding information (e.g. satellite ephemeris and/or time of day) to the mobile SPS receiver and let the mobile SPS receiver determine estimated pseudoranges or ranges to reduce the search time to acquire SPS signals or may determine these estimated pseudoranges or estimated ranges and transmit them to the mobile SPS receiver. The mobile SPS receiver may then determine precision pseudoranges and compute its position (from the determined pseudoranges and satellite ephemeris data it received from SPS satellites or from the location server) or determine precision pseudoranges and transmit these determined pseudoranges to the location server which computes the position of the mobile SPS receiver.

The foregoing is one example of the present invention, and there are various alternatives which are within the scope of the invention. For example, the mobile SPS receiver could perform all operations itself without assistance from a remote server. The mobile SPS receiver may be able to determine its approximate location from a cell site identifier which is transmitted to the mobile SPS receiver. Using the cell site identifier, the mobile SPS receiver may perform a lookup operation in a database maintained in the mobile SPS receiver to determine an approximate location and also may obtain almanac information (e.g. from storage in the receiver from prior SPS signal reception) or other satellite position information and may obtain time of day information (e.g. from a cellular transmission as described above). From the satellite position information, time of day, and from the approximate location, the mobile SPS receiver may determine

estimated pseudoranges for various satellites in order to shorten the time required to search for and acquire SPS signals to satellites in view. The SPS receiver may then complete the position calculation by using the pseudoranges and satellite ephemeris data, although, alternatively, the SPS receiver may also transmit the determined pseudoranges to a location server which then completes the position calculation.

In another alternative example of the invention, the server may perform assistance operation by providing approximate location and/or satellite ephemeris data to the mobile SPS receiver which in turn determines its own estimated pseudoranges. In yet another alternative, the server assists the mobile SPS receiver by providing satellite ephemeris information, and the mobile unit determines time and its approximate location from transmissions between the mobile SPS unit and a cell site and then the mobile SPS unit determines estimated pseudoranges.

The main variations on search reduction are provided in the table of Figure 10. The table discriminates along its rows 302 and 304 the accuracy of time of day that may be established at the SPS receiver. The table discriminates along columns 308, 310 and 312, the nature of the aiding position information that is gotten by the SPS receiver. The entries to the table, 322, 324, 326, 330, 332, and 334 show whether or not the first processed satellite signal's search range may be reduced. In initial search, an unaided SPS receiver searches over the PN frame, which for the U.S. GPS system (C/A code) is a 1 millisecond period. Hence, if time of day available to the SPS receiver is no better than 1 millisecond, it must search the entire 1 millisecond range for the PN epoch. However, once the first satellite's signal is acquired, the search for the other signals may be done at times relative to the PN epoch found from the first signal's search procedure (i.e. the determination of the first signal's pseudorange). This was discussed previously. If more precision time of day is available at the SPS receiver, then the search range of the first satellite's signal may be reduced. In all cases the search reduction requires approximate knowledge of the satellites' ranges to the SPS (expressed in either distance or equivalent time units, using the speed of light).

Range information may be provided by three primary methods (314, 316, and 318): (1) providing satellite ephemeris data, (2) providing satellite almanac data and (3) providing satellite range data. Here satellite ephemeris data means a

precision mathematical description of the satellites' positions versus time, that is valid for a relatively short period of time, typically less than two hours. Satellite almanac data is a mathematical description of the satellites' positions versus time, that is valid for a relatively long period of time, typically one month. By its nature, then the accuracy of satellites' positions is much poorer with almanac data (typically several kilometer error) relative to ephemeris data (several meters error) and it degrades with time, until the equations are updated. Both ephemeris data and almanac data are transmitted by GPS satellites. The form of this data is typically coefficients associated with Kepler equations. However, alternative descriptions are possible (e.g. spherical harmonic descriptions, etc.) and are consistent with this invention. For example, when almanac or ephemeris data are supplied to the SPS receiver from a remote location server, they may take any of a number of forms, that may allow reduced computation in the SPS receiver or reduced storage, for example. If almanac or ephemeris data are available to the SPS receiver, then the SPS receiver must know its approximate location so that the (approximate) satellite ranges may be computed at a given time. If accurate time is available, then the range and time can be used to estimate the PN frame epochs and reduce search time even for the first satellite's signal to be processed. If only approximate time (greater than 1 millisecond) is available, then the signals subsequent to the first signal acquired can be searched by computing an estimated difference in ranges to the first and subsequent satellites. Then each of the PN frame epochs of the subsequent satellites can be searched in a range that is offset from the PN frame epoch found for the first (or other processed) signal by an amount equal to the estimate range difference (expressed in time units). The third method provides directly the estimated satellite range equations to the SPS receiver. These equations, for example polynomial equations in time or distance, may be provided to the SPS receiver by a remote server which is located close to the SPS receiver or which knows approximately the location of the SPS receiver, and provides appropriate equations for its location. In this case the SPS receiver does not need to know its location since the equations provide the ranges of times to search for each satellite. In effect 326 simply is a direct specification of the ranges of times to search and 334 is a specification of the ranges of times to search relative to the received time of a given satellite signal.

An advantage of using almanac data is that it is valid for very long periods of time and hence does not require transmission from a server very often, or never if the almanac is occasionally read from the SPS satellites' transmissions. An advantage of ephemeris data is that it is more precise and hence reduces search range to a greater degree than does almanac data. In addition, ephemeris data transmitted from a server may be used to compute at the SPS receiver its location, without having to read this data from the SPS satellites (which is time consuming and difficult for weak received signal levels). Satellite range equations may be used in substitution for either almanac or ephemeris data but typically is accurate over relatively short periods of time, or may not be as compact in size as the other mathematical descriptions if it is to be valid over long periods of time. Hence each of the approaches to providing position information has its benefits and disadvantages that maybe traded off in different applications.

Although the methods and apparatus of the present invention have been described with reference to GPS satellites, it will be appreciated that the teachings are equally applicable to positioning systems which utilize pseudolites or a combination of satellites and pseudolites. Pseudolites are ground based transmitters which broadcast a PN code (similar to a GPS signal) modulated on an L-band carrier signal, generally synchronized with GPS time. Each transmitter may be assigned a unique PN code so as to permit identification by a remote receiver. Pseudolites are useful in situations where GPS signals from an orbiting satellite might be unavailable, such as tunnels, mines, buildings or other enclosed areas. The term "satellite", as used herein, is intended to include pseudolite or equivalents of pseudolites, and the term GPS signals, as used herein, is intended to include GPS-like signals from pseudolites or equivalents of pseudolites.

In the preceding discussion the invention has been described with reference to application upon the United States Global Positioning Satellite (GPS) system. It should evident, however, that these methods are equally applicable to similar satellite positioning systems, and in, particular, the Russian Glonass system. The Glonass system primarily differs from GPS system in that the emissions from different satellites are differentiated from one another by utilizing slightly different carrier frequencies, rather than utilizing different pseudorandom codes. The term "GPS" used herein includes such alternative satellite positioning systems, including the Russian Glonass system.

-28-

In the foregoing specification, the invention has been described with reference to specific exemplary embodiments thereof. It will, however, be evident that various modifications and changes may be made thereto without departing from the broader spirit and scope of the invention as set forth in the appended claims. The specification and drawings are, accordingly, to be regarded in an illustrative rather than a restrictive sense.

CLAIMS

What is claimed is:

1. A method for reducing search time to acquire satellite positioning system (SPS) signals in a satellite positioning system (SPS) receiver, said method comprising:
 - determining a first pseudorange to a first SPS satellite;
 - determining an approximate location of said SPS receiver;
 - determining an estimated pseudorange for a second pseudorange to a second SPS satellite, said estimated pseudorange being determined from said approximate location and said first pseudorange;
 - searching for time of arrival of SPS signals from said second SPS satellite in a range determined by said estimated pseudorange.
2. A method as in claim 1 further comprising:
 - determining a time information;
 - determining a satellite position of said second satellite, wherein said estimated pseudorange is determined from said approximate location and said satellite position.
3. A method as in claim 2 wherein said search time is to initially acquire said SPS signals and wherein said estimated pseudorange is not based on a previously determined pseudorange for said second SPS satellite and wherein said searching is over time intervals determined by said estimated pseudorange and wherein said time information is an approximate time of day which is accurate to within ± 10 minutes, and wherein said estimated pseudorange is one of an estimated time of arrival of SPS signals from said SPS satellite or an estimated distance to said SPS satellite from said SPS receiver.
4. A method as in claim 2 wherein said range is based on an error associated with at least one of said approximate location and said time information and said satellite position.

-30-

5. A method as in claim 2 wherein said range is determined relative to said first pseudorange and a reference time of said SPS receiver.
6. A method as in claim 2 wherein said approximate location is obtained from a cell based information source.
7. A method as in claim 6 wherein said approximate location is received at said SPS receiver from said cell based information source.
8. A method as in claim 6 wherein said cell based information source is coupled to a location server and wherein said approximate location represents a location of a cell object in a cell based communication system.
9. A method as in claim 2 further comprising:
 - receiving a precision carrier frequency signal from a source providing said precision carrier frequency signal;
 - automatically locking to said precision carrier frequency signal and providing a reference signal;
 - using said reference signal to provide a local oscillator signal to acquire SPS signals.
10. A method as in claim 8 wherein said location server determines said approximate location from said cell based information source by determining an identification of a wireless cell site which is in wireless communication with a wireless communication system which is coupled to said SPS receiver.
11. A method as in claim 10 wherein said location server determines said estimated pseudorange.
12. A method as in claim 2 further comprising:
 - determining another estimated pseudorange for a third pseudorange to a third SPS satellite;

-31-

determining another satellite position of said third SPS satellite, wherein said another estimated pseudorange is determined from said approximate location and said another satellite position.

13. A method as in claim 12 further comprising searching for SPS signals from said third SPS satellite in a range determined by said another estimated pseudorange.
14. A method for initially acquiring satellite positioning system (SPS) signals in a SPS receiver, said method comprising:
 - determining a first pseudorange to a first SPS satellite;
 - determining an approximate location of said SPS receiver;
 - determining an estimated pseudorange for a second pseudorange to a second SPS satellite, said estimated pseudorange being determined from said approximate location and said first pseudorange;
 - searching for time of arrival of SPS signals from said second SPS satellite in a range determined by said estimated pseudorange.
15. A method as in claim 14 further comprising:
 - determining a time information;
 - determining a satellite position of said second satellite, wherein said estimated pseudorange is determined from said approximate location and said satellite position.
16. A method as in claim 15 wherein said search time is to initially acquire said SPS signals and wherein said estimated pseudorange is not based on a previously determined pseudorange for said second SPS satellite.
17. A method as in claim 15 wherein said range is determined relative to said first pseudorange and a reference time of said SPS receiver.
18. A method as in claim 15 wherein said approximate location is obtained from a cell based information source.

19. A method as in claim 18 wherein said approximate location is received at said SPS receiver from said cell based information source.
20. A method as in claim 18 wherein said cell based information source is coupled to a location server and wherein said approximate location represents a location of a cell object in a cell based communication system.
21. A method as in claim 20 further comprising:
receiving a precision carrier frequency signal from a source providing said precision carrier frequency signal;
automatically locking to said precision carrier frequency signal and providing a reference signal;
using said reference signal to provide a local oscillator signal to acquire SPS signals.
22. A method as in claim 20 wherein said location server determines said approximate location from said cell based information source by determining an identification of a wireless cell site which is in wireless communication with a wireless communication system which is coupled to said SPS receiver.
23. A satellite positioning system (SPS) receiver comprising:
an SPS antenna which is configured to receive SPS signals;
a processor coupled to said SPS antenna, said processor determining a first pseudorange to a first SPS satellite and searching for time of arrival of SPS signals from a second SPS satellite in a range determined by an estimated pseudorange to said second SPS satellite, said estimated pseudorange being determined from an approximate location of said SPS receiver and from said first pseudorange.
24. An SPS receiver as in claim 23 further comprising a communication system which is coupled to said processor, wherein said communication system provides said approximate location to said processor.

-33-

25. An SPS receiver as in claim 23 further comprising a cell based communication system which is coupled to said processor, wherein said cell based communication system receives said estimated pseudorange and provides said estimated pseudorange to said processor.
26. An SPS receiver as in claim 25 wherein estimated pseudorange is determined from said approximate location and a satellite position of said second SPS satellite.
27. An SPS receiver as in claim 25 wherein said estimated pseudorange is not based on a previously determined pseudorange for said second SPS satellite.
28. An SPS receiver as in claim 25 wherein said range is determined relative to said first pseudorange and a reference time of said SPS receiver.
29. An SPS receiver as in claim 28 wherein said processor searches for SPS signals from a third SPS satellite in a range determined by another estimated pseudorange to a third SPS satellite, said another estimated pseudorange being determined from said approximate location of said SPS receiver.
30. A digital processing system comprising:
a communication interface;
a storage device;
a processor coupled to said storage device and to said communication interface, said processor determining an approximate location of a mobile satellite positioning system (SPS) receiver which is capable of communication with said digital processing system through said communication interface and wherein said processor determines an estimated pseudorange for a first pseudorange to a first SPS satellite, said estimated pseudorange being determined from said approximate location and a satellite position of said first SPS satellite and wherein said estimated pseudorange is transmitted through said communication interface to said mobile SPS receiver.

-34-

31. A digital processing system as in claim 30 wherein said approximate location is obtained from a cell based information source which is stored in said storage device.
32. A digital processing system as in claim 31 wherein said cell based information source provides approximate location information for objects in a cell of a wireless cell based communication system.
33. A digital processing system as in claim 31 wherein said approximate location represents a location of a cell object in a wireless cell based communication system.
34. A digital processing system as in claim 33 wherein said cell object is a wireless cell site in said wireless cell based communication system.
35. A digital processing system as in claim 33 wherein said approximate location is determined from said cell based information source by determining an identification of a wireless cell site which is in wireless communication with a wireless communication system which is coupled to said mobile SPS receiver.
36. A computer readable medium containing executable computer program instructions which, when executed by a data processing system, cause said data processing system to perform a method comprising:
- determining an approximate location of a mobile satellite positioning system (SPS) receiver;
 - determining an estimated pseudorange for a first pseudorange to a first SPS satellite, said estimated pseudorange being determined from said approximate location and a satellite position of said first SPS satellite;
 - transmitting said estimated pseudorange to said mobile SPS receiver.
37. A computer readable medium as in claim 36 wherein said method further comprises:

-35-

determining another estimated pseudorange for a second pseudorange to a second SPS satellite, said another estimated pseudorange being determined from said approximate location and another satellite position of said second SPS satellite, and wherein said approximate location is determined from said cell based information source by determining an identification of a wireless cell site which is in wireless communication with a wireless communication system which is coupled to said mobile SPS receiver.

38. A method as in claim 2 wherein said time information is an approximate time of day at said SPS receiver which has an accuracy of better than 10 minutes and wherein said satellite position is determined from an external source which transmits a set of ephemeris data corresponding to a set of SPS satellites viewable by said SPS receiver.

39. A method as in claim 2 wherein said SPS receiver determines said time information from a communication signal in a cell based communication system.

40. A method as in claim 2 wherein said SPS receiver uses a matched filter to acquire SPS signals.

41. A method as in claim 2 wherein said satellite position comprises at least one of (a) a set of ephemeris data corresponding to a set of SPS satellites viewable by said SPS receiver; or (b) a set of Almanac data corresponding to said set of SPS satellites viewable by said SPS receiver.

42. A method as in claim 41 wherein said set of ephemeris data is obtained from a reference network of SPS receivers.

43. A method as in claim 41 wherein said set of Almanac data is obtained from a reference network of SPS receivers.

44. A method as in claim 41 wherein said set of ephemeris data is obtained from an SPS reference receiver at a cell site which is in communication with said SPS receiver.
45. A method as in claim 41 wherein said set of Almanac data is obtained from an SPS reference receiver at a cell site which is in communication with said SPS receiver.
46. A method as in claim 41 wherein said set of Almanac data is obtained by said SPS receiver from SPS signals from SPS satellites.
47. A method as in claim 39 wherein said cell based communication system is a CDMA (code division multiple access) system.
48. A method as in claim 39 wherein said step of determining said time of day is performed by reading a time of day message present with a cellular communication signal received by said SPS receiver over a cell based communications link.
49. A method for reducing search time to acquire satellite positioning system (SPS) signals in a satellite positioning system (SPS) receiver, said method comprising:
- determining a time of day at said SPS receiver to an accuracy of better than a framing period of said SPS signals;
 - determining an approximate location of said SPS receiver;
 - determining an estimated pseudorange for at least one SPS satellite, said estimated pseudorange being determined from said approximate location and from a satellite position data and from said time of day;
 - searching for time of arrival of SPS signals from said SPS satellite in a range determined by said estimated pseudorange.
50. A method as in claim 49 wherein said satellite position data is received from an external source.

-37-

51. A method as in claim 50 wherein said search time is to initially acquire said SPS signals and wherein said estimated pseudorange is not based on a previously determined pseudorange for said SPS satellite and wherein said satellite position data comprises a set of Almanac data corresponding to a set of SPS satellites viewable by said SPS receiver.

52. A method as in claim 50 wherein said range is based on an error associated with at least one of said approximate location and said time of day and said satellite position data.

53. A method as in claim 50 wherein said satellite position data comprises a set of ephemeris data corresponding to a set of SPS satellites viewable by said SPS receiver.

54. A method as in claim 50 wherein said approximate location is obtained from a cell based information source and wherein said external source is at least one of (a) SPS satellites or (b) a cell based communication system.

55. A method as in claim 54 wherein said approximate location is received at said SPS receiver from said cell based information source.

56. A method as in claim 54 wherein said cell based information source is coupled to a location server and wherein said approximate location represents a location of a cell object in a cell based communication system.

57. A method as in claim 56 further comprising:
receiving a precision carrier frequency signal from a source providing said precision carrier frequency signal;
automatically locking to said precision carrier frequency signal and providing a reference signal;
using said reference signal to provide a local oscillator signal to acquire SPS signals.

-38-

58. A method as in claim 56 wherein said location server determines said approximate location from said cell based information source by determining an identification of a wireless cell site which is in wireless communication with a wireless communication system which is coupled to said SPS receiver.
59. A method as in claim 58 wherein said location server determines said estimated pseudorange.
60. A method as in claim 50 further comprising:
determining another estimated pseudorange for another pseudorange to another SPS satellite;
determining another satellite position of said another SPS satellite, wherein said another estimated pseudorange is determined from said approximate location and said another satellite position.
61. A method as in claim 60 further comprising searching for time of arrival of SPS signals from said another SPS satellite in a range determined by said another estimated pseudorange.
62. A method for initially acquiring satellite positioning system (SPS) signals in a SPS receiver, said method comprising:
determining a time of day at said SPS receiver to an accuracy of better than a framing period of said SPS signals;
determining an approximate location of said SPS receiver;
determining an estimated pseudorange for at least one SPS satellite, said estimated pseudorange being determined from said approximate location and from a satellite position data and from said time of day;
searching for time of arrival of SPS signals from said SPS satellite in a range determined by said estimated pseudorange.
63. A method as in claim 62 wherein said satellite position data is received from an external source.

-39-

64. A method as in claim 63 wherein said search time is to initially acquire said SPS signals and wherein said estimated pseudorange is not based on a previously determined pseudorange for said SPS satellite and wherein said satellite position data comprises a set of Almanac data corresponding to a set of SPS satellites viewable by said SPS receiver.

65. A method as in claim 63 wherein said satellite position data comprises a set of ephemeris data corresponding to a set of SPS satellites viewable by said SPS receiver.

66. A method as in claim 63 wherein said approximate location is obtained from a cell based information source.

67. A method as in claim 66 wherein said approximate location is received at said SPS receiver from said cell based information source.

68. A method as in claim 66 wherein said cell based information source is coupled to a location server and wherein said approximate location represents a location of a cell object in a cell based communication system.

69. A method as in claim 68 further comprising:
receiving a precision carrier frequency signal from a source providing said precision carrier frequency signal;
automatically locking to said precision carrier frequency signal and providing a reference signal;
using said reference signal to provide a local oscillator signal to acquire SPS signals.

70. A method as in claim 68 wherein said location server determines said approximate location from said cell based information source by determining an identification of a wireless cell site which is in wireless communication with a wireless communication system which is coupled to said SPS receiver.

71. A satellite positioning system (SPS) receiver comprising:

-40-

an SPS antenna which is configured to receive SPS signals;
a processor coupled to said SPS antenna, said processor determining a time of day at said SPS receiver to an accuracy of better than a framing period of said SPS signals and searching for a time of arrival of SPS signals from an SPS satellite in a range determined by an estimated pseudorange to said SPS satellite, said estimated pseudorange being determined from an approximate location of said SPS receiver and from a satellite position data and from said time of day.

72. An SPS receiver as in claim 71 further comprising a communication system which is coupled to said processor, wherein said communication system provides said approximate location to said processor.

73. An SPS receiver as in claim 71 further comprising a cell based communication system which is coupled to said processor, wherein said cell based communication system receives said estimated pseudorange and provides said estimated pseudorange to said processor.

74. An SPS receiver as in claim 73 wherein estimated pseudorange is determined from said approximate location and a satellite position of said SPS satellite.

75. An SPS receiver as in claim 73 wherein said estimated pseudorange is not based on a previously determined pseudorange for said SPS satellite.

76. An SPS receiver as in claim 72 wherein said satellite position data is received from an external source being one of (a) an SPS satellite or (b) a cell based communication system, and wherein said time of day is determined from a communication signal in a cell based communication system.

77. An SPS receiver as in claim 76 wherein said processor searches for a time of arrival of SPS signals from another SPS satellite in a range determined by another

estimated pseudorange to said another SPS satellite, said another estimated pseudorange being determined from said approximate location of said SPS receiver.

78. A method as in claim 49 wherein said SPS receiver uses a matched filter to acquire SPS signals.

79. A method as in claim 49 wherein said SPS receiver determines said time of day from a communication signal in a cell based communication system.

80. A method as in claim 79 wherein said cell based communication system comprises a CDMA (code division multiple access) system.

81. A method as in claim 79 wherein said communication signal is one of a time of day message or a series of timed pulses.

82. A method as in claim 51 wherein said set of Almanac data is obtained from at least one of (a) a reference network of SPS receivers; (b) an SPS reference receiver at a cell site which is in communication with said SPS receiver; or (c) from SPS signals from SPS satellites received by said SPS receiver.

83. A method as in claim 53 wherein said set of ephemeris data is obtained from at least one of (a) a reference network of SPS receivers; (b) an SPS reference receiver at a cell site which is in communication with said SPS receiver or (c) from SPS signals from SPS satellites received by said SPS receiver.

84. A method for reducing search time to acquire satellite positioning system (SPS) signals in a satellite positioning system (SPS) receiver, said method comprising:

- determining a time of day at said SPS receiver;
- obtaining a set of mathematical descriptions of estimated ranges versus time, said estimated ranges being from said SPS receiver to said SPS satellites viewable by said SPS receiver;

-42-

determining an estimated pseudorange for at least one SPS satellite, said estimated pseudorange being determined from said time of day and from said set of mathematical descriptions;
searching for time of arrival of SPS signals from said SPS satellite in a range determined by said estimated pseudorange.

85. A method as in claim 84 wherein said set of mathematical descriptions is received from an external source.

86. A method as in claim 85 wherein said search time is to initially acquire said SPS signals and wherein said estimated pseudorange is one of an estimated time of arrival of SPS signals from said SPS satellite or an estimated distance to said SPS satellite from said SPS receiver, and wherein said searching is over time intervals determined by said estimated pseudorange.

87. A method as in claim 85 wherein said range is based on an error associated with at least one of said time of day and said set of mathematical descriptions.

88. A method as in claim 85 further comprising determining a first pseudorange to a first SPS satellite and wherein said estimated pseudorange is determined also from said first pseudorange, and wherein said time of day is approximate.

89. A method as in claim 85 wherein said set of mathematical descriptions uses an approximate location of said SPS receiver obtained from a cell based information source.

90. A method as in claim 89 wherein said approximate location is received at said SPS receiver from said cell based information source.

91. A method as in claim 89 wherein said cell based information source is coupled to a location server and wherein said approximate location represents a location of a cell object in a cell based communication system.

-43-

92. A method as in claim 91 wherein said cell object is a wireless cell site in said cell based communication system.
93. A method as in claim 91 wherein said location server determines said approximate location from said cell based information source by determining an identification of a wireless cell site which is in wireless communication with a wireless communication system which is coupled to said SPS receiver.
94. A method as in claim 93 wherein said location server determines said set of mathematical descriptions and causes said set of mathematical descriptions to be transmitted to said SPS receiver.
95. A method as in claim 85 further comprising:
receiving a precision carrier frequency signal from a source providing said precision carrier frequency signal;
automatically locking to said precision carrier frequency signal and providing a reference signal;
using said reference signal to provide a local oscillator signal to acquire SPS signals.
96. A method as in claim 85 wherein said time of day is accurate to within a framing period of said SPS signals.
97. A satellite positioning system (SPS) receiver comprising:
an SPS antenna which is configured to receive SPS signals;
a processor coupled to said SPS antenna, said processor determining a time of day at said SPS receiver and searching for time of arrival of SPS signals from an SPS satellite in a range determined by an estimated pseudorange to said SPS satellite, said estimated pseudorange being determined from said time of day and from a set of mathematical descriptions of estimated ranges versus time, said estimated ranges being from said SPS receiver to said SPS satellites viewable by said SPS receiver.

98. An SPS receiver as in claim 97 further comprising a communication system which is coupled to said processor, wherein said communication system receives said set of mathematical descriptions and provides said set of mathematical descriptions to said processor.
99. An SPS receiver as in claim 97 further comprising a cell based communication system which is coupled to said processor, wherein said cell based communication system receives a message specifying said time of day and provides said time of day to said processor.
100. An SPS receiver as in claim 97 wherein said processor determines a first pseudorange to a first SPS satellite when said time of day is approximate to within 10 minutes and wherein said estimated pseudorange is also determined from said first pseudorange.
101. An SPS receiver as in claim 97 wherein said estimated pseudorange is one of an estimated time of arrival of SPS signals from said SPS satellite or an estimated distance to said SPS satellite from said SPS receiver, and wherein said searching is over time intervals determined by said estimated pseudorange.
102. An SPS receiver as in claim 97 wherein said processor comprises a matched filter which performs said searching.
103. A digital processing system comprising:
a communication interface;
a storage device;
a processor coupled to said storage device and to said communication interface, said processor determining an approximate location of a mobile satellite positioning system (SPS) receiver which is capable of communication with said digital processing system through said communication interface and wherein said processor determines a set of mathematical descriptions of estimated ranges versus time, said estimated ranges being from said SPS receiver to said SPS satellites viewable by said SPS receiver, said set of mathematical

expressions being determined from said approximate location and wherein said set of mathematical expressions is transmitted through said communication interface to said mobile SPS receiver.

104. A digital processing system as in claim 103 wherein said approximate location is obtained from a cell based information source which is stored in said storage device.

105. A digital processing system as in claim 104 wherein said cell based information source provides approximate location information for objects in a cell of a wireless cell based communication system.

106. A digital processing system as in claim 104 wherein said approximate location represents a location of a cell object in a wireless cell based communication system.

107. A digital processing system as in claim 106 wherein said cell object is a wireless cell site in said wireless cell based communication system.

108. A digital processing system as in claim 106 wherein said approximate location is determined from said cell based information source by determining an identification of a wireless cell site which is in wireless communication with a wireless communication system which is coupled to said mobile SPS receiver.

109. A computer readable medium containing executable computer program instructions which, when executed by a data processing system, cause said data processing system to perform a method comprising:

determining an approximate location of a mobile satellite positioning system (SPS) receiver;

determining a set of mathematical descriptions of estimated ranges versus time, said estimated ranges being from said SPS receiver to SPS satellites viewable by said SPS receiver, said set of mathematical descriptions being determined from said approximate location;

-46-

transmitting said set of mathematical descriptions to said mobile SPS receiver.

110. A method as in claim 84 wherein said set of mathematical descriptions comprises an estimated range to an SPS satellite and a rate of change of said estimated range over time.
111. A method as in claim 84 wherein said set of mathematical descriptions comprises a polynomial function of time.
112. A method as in claim 84 wherein said SPS receiver uses a matched filter to search for said SPS signals.
113. A method as in claim 84 wherein said SPS receiver determines said time of day from a communication signal in a cell based communication system.
114. A method as in claim 113 wherein said cell based communication system comprises a CDMA (code division multiple access) system.

1/9

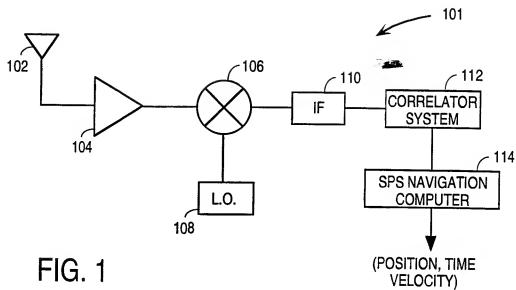


FIG. 1

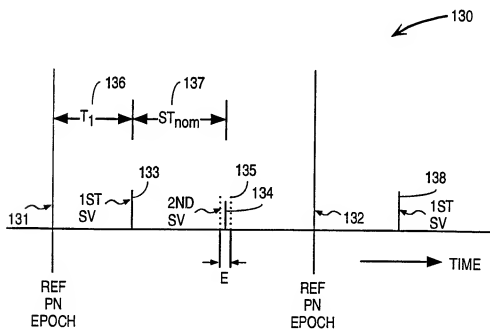


FIG. 2

2/9

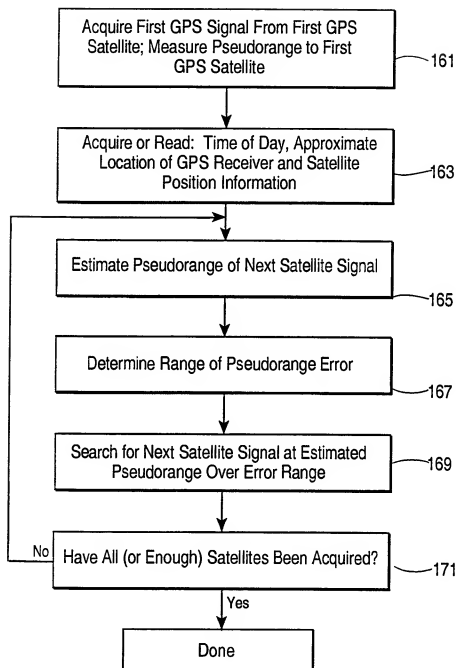


FIG. 3

3/9

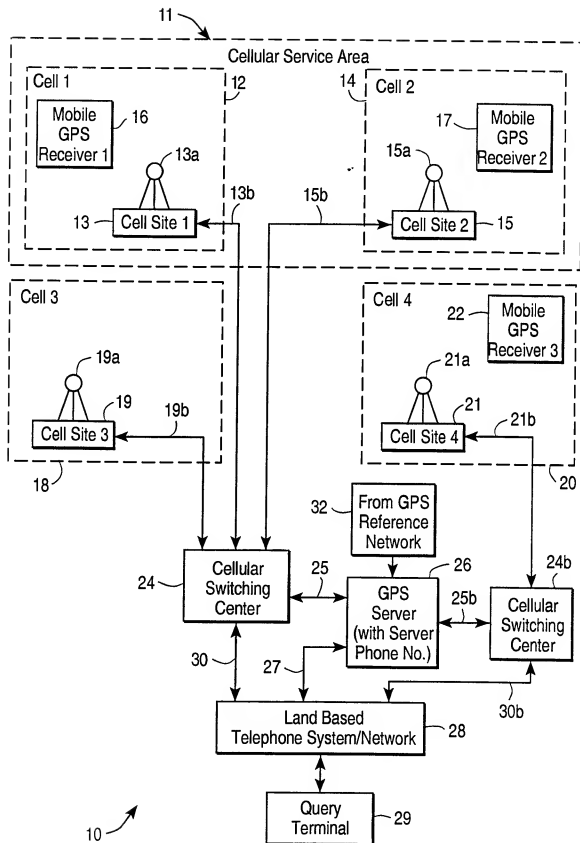


FIG. 4

4/9

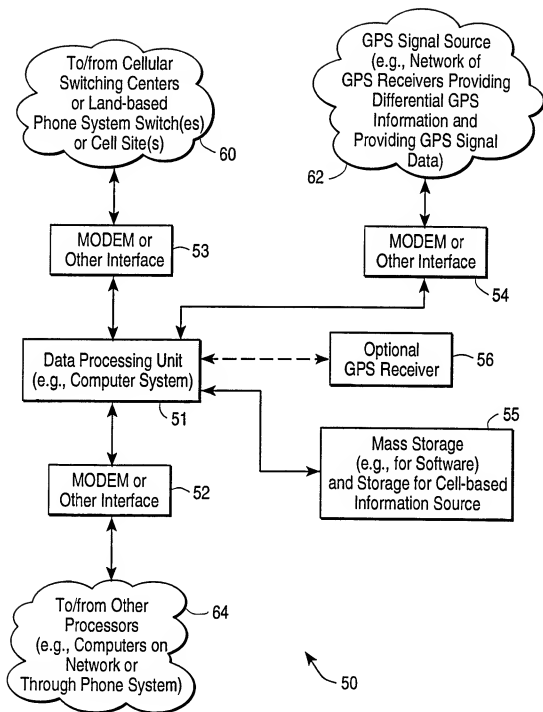


FIG. 5

5/9

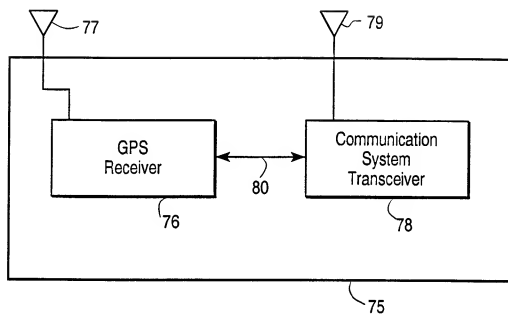


FIG. 6

6/9

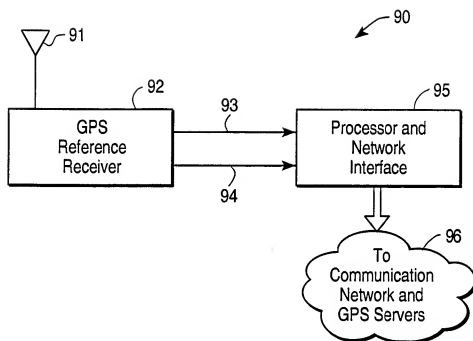


FIG. 7

7/9

201

CELL BASED INFORMATION SOURCE

| CELL SITE # OR OTHER IDENTIFICATION | CELL SITE LOCATION | ESTIMATED LOCATION FOR OBJECTS |
|---|--------------------------|-----------------------------------|
| 208A → A1 | LAT./LONG. A1 | LAT./LONG. A1* 212A |
| A2 | LAT./LONG. A2 | LAT./LONG. A2 212B |
| B1 | LAT./LONG. B1 | LAT./LONG. B1 |
| B2 | LAT./LONG. B2 | LAT./LONG. B2 |
| 208 ↑ | 210 ↑ | 212 ↑ |

FIG. 8

8/9

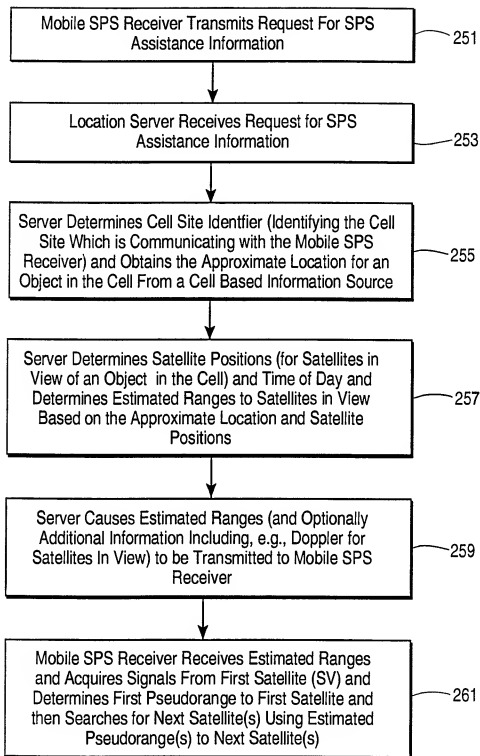


FIG. 9

| PRECISION OF TIME INFORMATION AT SPS RECEIVER | POSITION INFORMATION | | |
|--|---|--|---|
| | EPHEMERIS (FROM EXTERNAL SOURCE) PLUS SPS RECEIVER APPROXIMATE LOCATION | ALMANAC PLUS SPS RECEIVER APPROXIMATE LOCATION (RECEIVED AT SPS OR FROM EXTERNAL "SERVER") | SATELLITE RANGE EQUATIONS (FROM EXTERNAL SOURCE) |
| PRECISE (LESS THAN 1 MILLISECOND) | 320 | 314 | 318 |
| APPROXIMATE (>1 MILLISECOND, <10 MINUTES) | 328 | 322 | 326 |
| | | | |
| | 306 | 310 | 312 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

FIG. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/US 99/16111

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 G01S5/14 G01S5/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|---|
| X | US 5 365 450 A (SCHUCHMAN LEONARD ET AL) 15 November 1994 (1994-11-15) | 1-5, 12-17, 23, 38, 41, 46, 49-53, 60-65, 71, 82, 83 |
| Y | column 2, line 29 -column 3, line 12 | 6-10, 18-22, 24-29, 39, 40, 42-45, 47, 48, 54-58, 66-70, 72-75, 78-81, 84, 85, 97, 98, |
| | -/-- | |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 February 2000

Date of mailing of the international search report

25. 02. 2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Roost, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/US 99/16111

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No |
|----------|--|--|
| A | column 4, line 8 - line 46 column 5, line 38 - line 57 column 6, line 17 - line 36 column 7, line 12 - line 27 --- | 101,110, 111 25,30, 36,73, 84, 86-89, 97,103, 109 |
| X | EP 0 679 903 A (CATERPILLAR INC) 2 November 1995 (1995-11-02) | 30,103 |
| Y | page 7, line 7 - line 13 --- | 25-29, 31-37, 73-75, 84,85, 97,98, 101, 104-108, 110,111 |
| A | page 7, line 47 - line 52 page 12, line 7 - line 14 page 15, line 24 - line 29 page 18, line 10 - line 12 page 20, line 49 -page 21, line 10 page 21, line 45 - line 57 page 24, line 16 - line 44 page 25, line 26 - line 54 page 26, line 42 - line 46 figures 1,7,8 --- | 86-89, 95,96 |
| Y | WO 98 25157 A (SNAPTRACK INC) 11 June 1998 (1998-06-11) --- | 6-10, 18-22, 24, 31-37, 42-45, 54-58, 66-70, 72, 104-108 |
| A | page 4, paragraph 1 -page 6, paragraph 2 page 12, paragraph 1 -page 13, paragraph 3 page 18, paragraph 2 -page 19, paragraph 1 page 20, paragraph 3 -page 21, paragraph 1 page 25, paragraph 2 - paragraph 3 figures claim 28 --- -/-- | 84, 90-93, 95,97, 103,109 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No

PCT/US 99/16111

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No |
|----------|---|--|
| Y A | WO 98 25158 A (SNAPTRACK INC) 11 June 1998 (1998-06-11) abstract page 13, paragraph 2 - paragraph 4 --- | 39,47, 48,79-81 99,100, 113,114 |
| Y A | WO 97 33382 A (SNAPTRACK INC ;KRASNER NORMAN F (US)) 12 September 1997 (1997-09-12) page 4, paragraph 2 - paragraph 3 page 14, paragraph 3 page 15, paragraph 1 - paragraph 3 page 16, paragraph 3 -page 17, paragraph 1 page 18, paragraph 2 page 23, paragraph 2 -page 24, paragraph 3 --- | 40,78 8,10, 20-22, 41-45, 57,58, 68-70, 82,102, 112 |
| X,P | WO 99 19743 A (ERICSSON GE MOBILE INC) 22 April 1999 (1999-04-22) page 1, line 5 - line 11 page 3, line 24 -page 4, line 18 page 5, line 3 -page 8, line 9 page 8, line 26 -page 9, line 8 page 9, line 28 -page 11, line 28 page 14, line 3 - line 34 figure 1 --- | 1-24,38, 39,41, 42,44, 48-50, 52-63, 65-72, 76,77, 79,81,83 |
| X,P | EP 0 902 554 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 17 March 1999 (1999-03-17) | 49,50, 52-54, 56, 58-63, 65,66, 68,70, 71,79, 80,83, 1,14,23, 39,44, 47,81 |
| A | column 2, line 41 -column 3, line 41 column 5, line 19 - line 46 column 6, line 23 -column 7, line 16 --- | |
| | --- -/-- | |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter: onal Application No

PCT/US 99/16111

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No |
|----------|--|----------------------|
| A | WO 98 32027 A (MOTOROLA INC) 23 July 1998 (1998-07-23) abstract page 8, line 3 - line 6 page 9, line 1 - line 13 --- | 49,62, 71,96 |
| A | US 5 459 763 A (HORI KATSUYA ET AL) 17 October 1995 (1995-10-17) column 3, line 6 - line 19 column 4, line 7 - line 35 column 6, line 24 -column 7, line 31 ----- | 1 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US 99/16111

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. Claims: 1-24, 38, 40, 41, 46, 49-72, 76-78, 82, 83

1.1. Claims: 1-8, 10-24, 38, 41, 46, 49-72, 76, 77, 82, 83

These claims concern obtaining the approximate location of the SPS receiver from a cell based information source and providing it to the processor in the SPS receiver via a communication system

1.2. Claim : 9

This claim concern receiving a precision carrier frequency signal from which a reference signal is derived that is used to provide a local oscillator signal to acquire SPS signals

1.3. Claims: 40,78

These claims concern the use of a matched filter to acquire SPS signals

2. Claims: 25-37, 73-75, 84-114

These claims concern determining an estimate for a pseudorange (from a set of mathematical descriptions) and providing it to the (processor of the) SPS receiver via a (cell based) communication system

3. Claims: 39, 47, 48, 79-81

These claims concern determining time at the SPS receiver from a communication signal in a cell based communication system

4. Claims: 42-45

These claims concern obtaining almanac or ephemeris data from a reference SPS network or from an SPS reference receiver at a cell site

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International Application No.
PCT/US 99/16111

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| US 5365450 | A | 15-11-1994 | AU 6226794 A | 19-07-1994 |
| | | | BR 9307686 A | 08-09-1999 |
| | | | CA 2152052 A | 07-07-1994 |
| | | | WO 9415412 A | 07-07-1994 |
| | | | US 5422813 A | 06-06-1995 |
| | | | US 5726893 A | 10-03-1998 |
| EP 0679903 | A | 02-11-1995 | WO 9109375 A | 27-06-1991 |
| | | | EP 0608005 A | 27-07-1994 |
| | | | EP 0604404 A | 29-06-1994 |
| | | | EP 0679975 A | 02-11-1995 |
| | | | EP 0679973 A | 02-11-1995 |
| | | | EP 0679904 A | 02-11-1995 |
| | | | EP 0679974 A | 02-11-1995 |
| | | | EP 0679976 A | 02-11-1995 |
| | | | AU 642638 B | 28-10-1993 |
| | | | AU 683495 B | 13-11-1997 |
| | | | AU 7749194 A | 05-01-1995 |
| | | | CA 2071831 A | 12-06-1991 |
| | | | DE 69026274 D | 02-05-1996 |
| | | | DE 69032415 D | 16-07-1998 |
| | | | DE 69032415 T | 11-02-1999 |
| | | | EP 0507845 A | 14-10-1992 |
| | | | EP 0936516 A | 18-08-1999 |
| | | | EP 0936517 A | 18-08-1999 |
| | | | EP 0936518 A | 18-08-1999 |
| | | | EP 0936519 A | 18-08-1999 |
| | | | EP 0936520 A | 18-08-1999 |
| | | | EP 0936521 A | 18-08-1999 |
| | | | WO 9109275 A | 27-06-1991 |
| | | | US 5555503 A | 10-09-1996 |
| | | | US 5610815 A | 11-03-1997 |
| WO 9825157 | A | 11-06-1998 | US 5841396 A | 24-11-1998 |
| | | | AU 2070297 A | 22-09-1997 |
| | | | AU 5587698 A | 29-06-1998 |
| | | | AU 5588898 A | 29-06-1998 |
| | | | EP 0885492 A | 23-12-1998 |
| | | | EP 0950194 A | 20-10-1999 |
| | | | EP 0941487 A | 15-09-1999 |
| | | | WO 9733382 A | 12-09-1997 |
| | | | WO 9825158 A | 11-06-1998 |
| | | | US 5945944 A | 31-08-1999 |
| WO 9825158 | A | 11-06-1998 | US 5841396 A | 24-11-1998 |
| | | | US 5945944 A | 31-08-1999 |
| | | | AU 2070297 A | 22-09-1997 |
| | | | AU 5587698 A | 29-06-1998 |
| | | | AU 5588898 A | 29-06-1998 |
| | | | EP 0885492 A | 23-12-1998 |
| | | | EP 0950194 A | 20-10-1999 |
| | | | EP 0941487 A | 15-09-1999 |
| | | | WO 9733382 A | 12-09-1997 |
| | | | WO 9825157 A | 11-06-1999 |
| WO 9733382 | A | 12-09-1997 | US 5874914 A | 23-02-1999 |
| | | | US 5841396 A | 24-11-1998 |
| | | | AU 2070297 A | 22-09-1997 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International Application No

PCT/US 99/16111

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| WO 9733382 A | | AU 7662096 A | 30-04-1997 |
| | | CA 2230841 A | 17-04-1997 |
| | | CN 1211324 A | 17-03-1999 |
| | | EP 0855039 A | 29-07-1998 |
| | | EP 0885492 A | 23-12-1998 |
| | | JP 11513787 T | 24-11-1999 |
| | | WO 9714049 A | 17-04-1997 |
| | | US 6002363 A | 14-12-1998 |
| | | US 5945944 A | 31-08-1999 |
| | | AU 5587698 A | 29-06-1998 |
| | | AU 5588898 A | 29-06-1998 |
| | | EP 0950194 A | 20-10-1999 |
| | | EP 0941487 A | 15-09-1999 |
| | | WO 9825157 A | 11-06-1998 |
| | | WO 9825158 A | 11-06-1998 |
| WO 9919743 A | 22-04-1999 | AU 1086499 A | 03-05-1999 |
| EP 0902554 A | 17-03-1999 | CA 2245798 A | 11-03-1999 |
| | | JP 11160412 A | 18-06-1999 |
| WO 9832027 A | 23-07-1998 | US 5893044 A | 06-04-1999 |
| | | EP 0895601 A | 10-02-1999 |
| US 5459763 A | 17-10-1995 | JP 2900671 B | 02-06-1999 |
| | | JP 5150031 A | 18-06-1993 |
| | | AU 654218 B | 27-10-1994 |
| | | AU 2855592 A | 03-06-1993 |

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

G 0 1 S 5/14

G 0 1 S 5/14

5 J 0 6 2

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 63 頁)

(21) 出願番号 特願2000-588618(P2000-588618)

(36) (22) 出願日 平成11年7月15日 (1999.7.15)

(85) 翻訳文提出日 平成13年2月13日 (2001.2.13)

(86) 国際出願番号 P C T / U S 9 9 / 1 6 1 1 1

(87) 国際公開番号 W O 0 0 / 3 6 4 3 1

(87) 国際公開日 平成12年6月22日 (2000.6.22)

(31) 優先権主張番号 0 9 / 1 3 2 , 5 5 6

(32) 優先日 平成10年8月11日 (1998.8.11)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 スナップトラック・インコーポレーテッド
アメリカ合衆国・95117・カリフォルニア
州・サン ホゼ・ムーア パーク アヴェ
ニュー・4040・スイート 250(72) 発明者 クラスナー、ノーマン・エフ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州
94070 サン・カルロス、トリノ・レーン
1

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

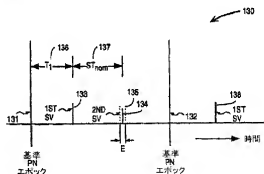
Fターム(参考) 51062 CC07 DD05

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 衛星位置決めシステム信号を得る方法および装置

(57) 【要約】

S P S 受信機の衛星位置決めシステム (S P S) 信号を得る方法および装置。時刻、近似受信機位置、衛星位置の情報は、この信号を1つあるいはそれ以上のS P S衛星から得る時間を減少させるために使用される。本発明の方法の例では、第1のS P S衛星に対する第1の擬似距離が決定され、S P S受信機の近似位置が決定される。第2のS P S衛星に対する第2のS P S擬似距離に対する推定擬似距離が第2のS P S衛星の近似位置および衛星位置から決定される。次に、S P S受信機は、推定擬似距離によって決定された距離の第2のS P S衛星からのS P S信号を探索する。一般的には、この方法は、S P S信号を第2のS P S衛星から最初に得る探索時間を減らし、推定擬似距離は、前記第2のS P S衛星に対する予め決定された擬似距離に基づかない。本発明の特定の例では、近似位置は、いろいろな無線セルサイトの各々の識別をセルラ (あるいはセルベース) 電話システムのような無線セルベース通信システム内の対象物に対する近似位置と相関するセルベース情報源から決定される。本発明の他の例では、比較的正確な時刻情報



【特許請求の範囲】

【請求項1】 衛星位置決めシステム（SPS）受信機で衛星位置決めシステム（SPS）信号を得る探索時間を減少させる方法であって、

第1のSPS衛星に対する第1の擬似距離を決定し、

前記SPS受信機の近似位置を決定し、

第2のSPS衛星に対する第2の擬似距離のための推定擬似距離を決定し、前記推定擬似距離が、前記近似位置および前記第1の擬似距離から決定され、

前記推定擬似距離によって決定された距離にある前記第2のSPS衛星からのSPS信号の到達時間を探索することを含む方法。

【請求項2】 時間情報を決定し、

前記第2の衛星の衛星位置を決定することをさらに含み、前記推定擬似距離が、前記近似位置および前記衛星位置から決定される請求項1記載の方法。

【請求項3】 前記探索時間が前記SPS信号を最初に得るためのものであり、かつ前記推定擬似距離が前記第2のSPS衛星のための予め決定された擬似距離に基づかなくて、かつ前記探索時間が前記推定擬似距離によって決定された時間間隔以上であり、かつ前記時間情報が、±10分内の精度である近似時刻であり、かつ前記推定擬似距離が、前記SPS衛星からのSPS信号の推定到達時間あるいは前記SPS受信機からの前記SPS衛星に対する推定距離の中の1つである請求項2記載の方法。

【請求項4】 前記距離が、前記近似位置および前記時間情報および前記衛星位置の少なくとも1つに関連したエラーに基づいている請求項2記載の方法。

【請求項5】 前記距離が、前記第1の擬似距離および前記SPS受信機の基準時間に対して決定される請求項2記載の方法。

【請求項6】 前記近似位置が、セルベース情報源から得られる請求項2記載の方法。

【請求項7】 前記近似位置が、前記セルベース情報源から前記SPS受信機で受信される請求項6記載の方法。

【請求項8】 前記セルベース情報源が位置探知サーバに結合され、かつ前記近似位置がセルベース通信システムのセル対象物の位置を示す請求項6記載の

方法。

【請求項9】 高精度搬送波信号を供給する供給源から前記高精度搬送波信号を受信し、

前記高精度搬送波信号に自動的にロックし、かつ基準信号を供給し、

局部発振器信号を供給し、SPS信号を得るために前記基準信号を使用することをさらに含む請求項2記載の方法。

【請求項10】 前記位置探知サーバが、前記SPS受信機に結合される無線通信システムと無線通信している無線セルサイトの識別を決定することによって前記近似位置を前記セルベース情報源から決定する請求項8記載の方法。

【請求項11】 前記位置探知サーバが前記推定擬似距離を決定する請求項10記載の方法。

【請求項12】 第3のSPS衛星に対する第3の擬似距離のための他の推定擬似距離を決定し、

前記第3のSPS衛星の他の衛星位置を決定することをさらに含み、前記他の推定擬似距離が、前記近似位置および前記他の衛星位置から決定される請求項2記載の方法。

【請求項13】 前記他の推定擬似距離によって決定された距離にある前記第3のSPS衛星からSPS信号を探索することをさらに含む請求項12記載の方法。

【請求項14】 SPS受信機で衛星位置決めシステム（SPS）信号を最初に得る方法であって、

第1のSPS衛星に対する第1の擬似距離を決定し、

前記SPS受信機の近似位置を決定し、

第2のSPS衛星に対する第2の擬似距離のための推定擬似距離を決定し、前記推定擬似距離が、前記近似位置および前記第1の擬似距離から決定され、

前記推定擬似距離によって決定された距離にある前記第2のSPS衛星からのSPS信号の到達時間を探索することを含む方法。

【請求項15】 時間情報を決定し、

前記第2の衛星の衛星位置を決定することをさらに含み、前記推定擬似距離が

、前記近似位置および前記衛星位置から決定される請求項14記載の方法。

【請求項16】 前記探索時間が前記SPS信号を最初に得るためにあり、かつ前記推定擬似距離が前記第2のSPS衛星のための予め決定された擬似距離に基づかない請求項15記載の方法。

【請求項17】 前記距離が、前記第1の擬似距離および前記SPS受信機の基準時間に対して決定される請求項15記載の方法。

【請求項18】 前記近似位置がセルベース情報源から得られる請求項15記載の方法。

【請求項19】 前記近似位置が、前記セルベース情報源から前記SPS受信機で受信される請求項18記載の方法。

【請求項20】 前記セルベース情報源が位置探知サーバに結合され、かつ前記近似位置がセルベース通信システムのセル対象物の位置を示している請求項18記載の方法。

【請求項21】 高精度搬送波信号を供給する供給源から前記高精度搬送波信号を受信し、

前記高精度搬送波信号に自動的にロックし、かつ基準信号を供給し、

局部発振器信号を供給し、SPS信号を得るために前記基準信号を使用することをさらに含む請求項20記載の方法。

【請求項22】 前記位置探知サーバが、前記SPS受信機に結合される無線通信システムと無線通信している無線セルサイトの識別を決定することによって前記近似位置を前記セルベース情報源から決定する請求項20記載の方法。

【請求項23】 SPS信号を受信するように構成されるSPSアンテナと、

前記SPSアンテナに結合されたプロセッサとを備え、前記プロセッサが、第1のSPS衛星に対する第1の擬似距離を決定し、かつ第2のSPS衛星に対する推定擬似距離によって決定された距離にある前記第2のSPS衛星からのSPS信号の到達時間を探索し、前記推定擬似距離が、前記SPS受信機の近似位置および前記第1の擬似距離から決定される衛星位置決めシステム（SPS）受信機。

【請求項24】 前記プロセッサに結合された通信システムをさらに含み、前記通信システムが、前記近似位置を前記プロセッサに供給する請求項23記載のSPS受信機。

【請求項25】 前記プロセッサに結合されたセルベース通信システムをさらに含み、前記セルベース通信システムが、前記推定擬似距離を受信し、かつ前記推定擬似距離を前記プロセッサに供給する請求項23記載のSPS受信機。

【請求項26】 推定擬似距離が、前記近似位置および前記第2のSPS衛星の衛星位置から決定される請求項25記載のSPS受信機。

【請求項27】 前記推定近似距離が、前記第2のSPS衛星に対する予め決定された擬似距離に基づかない請求項25記載のSPS受信機。

【請求項28】 前記距離が、前記第1の擬似距離および前記SPS受信機の近似時間に対して決定される請求項25記載のSPS受信機。

【請求項29】 前記プロセッサが、第3のSPS衛星に対する他の推定擬似距離によって決定された距離にある第3のSPS衛星からのSPS信号を探索し、前記推定擬似距離が前記SPS受信機の前記近似位置から決定される請求項28記載のSPS受信機。

【請求項30】 通信インタフェースと、
記憶装置と、

前記記憶装置および前記通信インタフェースに結合されたプロセッサとを備え、前記プロセッサが、前記通信インタフェースを通して前記デジタル処理システムと通信できる移動衛星位置決めシステム（SPS）受信機の近似位置を決定し、かつ前記プロセッサが、第1のSPS衛星に対する第1の擬似距離のための推定擬似距離を決定し、前記推定擬似距離が、前記近似位置および前記第1のSPSの衛星位置から決定され、かつ前記推定擬似距離が、前記通信インタフェースを通して前記移動SPS受信機に送信されるデジタル処理システム。

【請求項31】 前記近似位置が、前記記憶装置に記憶されたセルベース情報源から得られる請求項30記載のデジタル処理システム。

【請求項32】

前記セルベース情報源が、無線セルベース通信システムのセルの対象物に対し

て近似位置情報を供給する請求項31記載のデジタル処理システム。

【請求項33】 前記近似位置が、無線セルベース通信システムのセル対象物の位置を示している請求項31記載のデジタル処理システム。

【請求項34】 前記セル対象物が、前記無線セルベース通信システムの無線セルサイトである請求項33記載のデジタル処理システム。

【請求項35】 前記近似位置が、前記移動SPS受信機に結合された無線通信システムと無線通信している無線セルベース情報源から決定される請求項33記載のデジタル処理システム。

【請求項36】 データ処理システムによって実行されるとき、
移動衛星位置決めシステム（SPS）受信機の近似位置を決定し、
第1のSPS衛星に対する第1の擬似距離のための推定擬似距離を決定し、前記推定近似距離が、前記近似位置および前記第1のSPS衛星の衛星位置から決定され、

前記推定擬似距離を前記移動SPS受信機に送信することを含む方法を前記データ処理システムに実行させる実行可能なコンピュータプログラム命令を含むコンピュータ可読媒体。

【請求項37】 前記方法がさらに、
第2のSPS衛星に対する第2の擬似距離のための他の推定擬似距離を決定することを含み、前記他の推定擬似距離が、前記近似位置および前記第2のSPS衛星の他の衛星位置から決定され、かつ前記近似位置が、前記位置SPS受信機に結合された無線通信システムと無線通信している無線セルサイトの識別を決定することによって前記セルベース情報源から決定される請求項36記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項38】 前記時間情報が、10分よりよい精度を有する前記SPS受信機の近似時刻であり、かつ前記衛星位置が、前記SPS受信機によって見ることができるSPS衛星のセットに対応する天体位置推算表データのセットを送信する外部源から決定される請求項2記載の方法。

【請求項39】 前記SPS受信機が、セルベース通信システムの通信信号から前記時間情報を決定する請求項2記載の方法。

【請求項40】 前記SPS受信機が、SPS信号を得るために整合フィルタを使用する請求項2記載の方法。

【請求項41】 前記衛星位置が、(a)前記SPS受信機によって見ることができるSPS衛星のセットに対応する天体位置推算表データのセット、あるいは(b)前記SPS受信機によって見ることができる前記SPS衛星のセットに対応する天体暦データのセットの少なくとも1つを含む請求項2に記載の方法。

【請求項42】 前記天体位置推算表データのセットがSPS受信機の基準ネットワークから得られる請求項41記載の方法。

【請求項43】 前記天体暦データのセットがSPS受信機の基準ネットワークから得られる請求項41記載の方法。

【請求項44】 前記天体位置推算表データのセットが、前記SPS受信機と通信しているセルサイトでSPS基準受信機から得られる請求項41記載の方法。

【請求項45】 前記天体暦データのセットが、前記SPS受信機と通信しているセルサイトでSPS基準受信機から得られる請求項41記載の方法。

【請求項46】 前記天体暦データのセットが、SPS衛星からのSPS信号から前記SPS受信機によって得られる請求項41記載の方法。

【請求項47】 前記セルベース通信システムが、CDMA(符号分割多元接続)システムである請求項39記載の方法。

【請求項48】 前記時刻を決定するステップが、セルベース通信リンクを介して前記SPS受信機によって受信されたセルラ通信信号に提供する時刻メッセージを読み取ることによって実行される請求項39記載の方法。

【請求項49】 衛星位置決めシステム(SPS)受信機の衛星位置決めシステム(SPS)信号を得る探索時間を減少させる方法であって、

前記SPS信号のフレーム時間よりよい精度の前記SPS受信機で時刻を決定し、

前記SPS受信機の近似位置を決定し、

少なくとも1つのSPS衛星に対する推定擬似距離を決定し、前記推定擬似距

離が、前記近似位置および衛星位置および前記時刻から決定され、

前記推定擬似距離によって決定された距離の前記SPS衛星からSPS信号の到達時間を探索することを含む方法。

【請求項50】 前記衛星位置データが外部源から受信される請求項49記載の方法。

【請求項51】 前記探索時間が、前記SPS信号を最初に得るためのものであり、かつ前記推定擬似距離が、前記SPS衛星に対する予め決定された擬似距離に基づいてなく、かつ前記衛星位置データが、前記SPS受信機によって見ることができるSPS衛星のセットに対応する天体暦データのセットを含む請求項50記載の方法。

【請求項52】 前記距離が、前記近似位置および前記時刻および前記衛星位置データの少なくとも1つと関連するエラーに基づいている請求項50記載の方法。

【請求項53】 前記衛星位置データが、前記SPS受信機によって見ることができるSPS衛星のセットに対応する天体位置推算表データのセットを含む請求項50記載の方法。

【請求項54】 前記近似位置が、セルベース情報源から得られ、かつ前記外部源が、(a) SPS衛星あるいは(b)セルベース通信システムの中の少なくとも1つである請求項50記載の方法。

【請求項55】 前記近似位置が、前記セルベース情報源から前記SPS受信機で受信される請求項54記載の方法。

【請求項56】 前記セルベース情報源が位置探知サーバに結合され、かつ前記近似位置がセルベース通信システムのセル対象物の位置を示している請求項54記載の方法。

【請求項57】 高精度搬送波信号を供給する供給源から前記高精度搬送波信号を受信し、

前記高精度搬送波信号に自動的にロックし、かつ基準信号を供給し、

局部発振器信号を供給し、SPS信号を得るために前記基準信号を使用することをさらに含む請求項56記載の方法。

【請求項58】 前記位置探知サーバが、前記SPS受信機に結合される無線通信システムと無線通信している無線セルサイトの識別を決定することによって前記近似位置を前記セルベース情報源から決定する請求項56記載の方法。

【請求項59】 前記位置探知サーバが前記推定疑似距離を決定する請求項58記載の方法。

【請求項60】 他のSPS衛星に対する他の疑似距離のための他の推定疑似距離を決定し、

前記他のSPS衛星の他の衛星位置を決定することをさらに含み、前記他の推定疑似距離が、前記近似位置および前記他の衛星位置から決定される請求項50に記載の方法。

【請求項61】 前記他の推定疑似距離によって決定された距離にある前記他のSPS衛星からSPS信号の到達時間を探索することをさらに含む請求項60記載の方法。

【請求項62】 SPS受信機の衛星位置決めシステム（SPS）信号を最初に得る方法であって、

前記SPS信号のフレーム時間よりよい精度の前記SPS受信機で時刻を決定し、

前記SPS受信機の近似位置を決定し、

少なくとも1つのSPS衛星に対する推定疑似距離を決定し、前記推定疑似距離が、前記近似位置および前記衛星位置データおよび前記時刻から決定され、

前記推定疑似距離によって決定された距離にある前記SPS衛星からSPS信号の到達時間を探索することを含む方法。

【請求項63】 前記衛星位置データが外部源から受信される請求項62記載の方法。

【請求項64】 前記探索時間が、前記SPS信号を最初に得るためのものであり、かつ前記推定疑似距離が、前記SPS衛星に対する予め決定された疑似距離に基づいてなく、かつ前記衛星位置データが、前記SPS受信機によって見ることができるSPS衛星のセットに対応する天体暦データのセットを含む請求項63記載の方法。

【請求項65】 前記衛星位置データが、前記SPS受信機によって見ることができるとSPS衛星のセットに対応する天体位置推算表データのセットを含む請求項63記載の方法。

【請求項66】 前記近似位置がセルベース情報源から得られる請求項63記載の方法。

【請求項67】 前記近似位置が、前記セルベース情報源から前記SPS受信機で受信される請求項66記載の方法。

【請求項68】 前記セルベース情報源が位置探知サーバに結合され、かつ前記近似位置がセルベース通信システムのセル対象物の位置を示す請求項66記載の方法。

【請求項69】 高精度搬送波信号を供給する供給源から前記高精度搬送波信号を受信し、

前記高精度搬送波信号に自動的にロックし、かつ基準信号を供給し、

局部発振器信号を供給し、SPS信号を得るように前記基準信号を使用することをさらに含む請求項68記載の方法。

【請求項70】 前記位置探知サーバが、前記SPS受信機に結合される無線通信システムと無線通信している無線セルサイトの識別を決定することによって前記近似位置を前記セルベース情報源から決定する請求項68記載の方法。

【請求項71】 SPS信号を受信するように構成されるSPSアンテナと、

前記SPSアンテナに結合されたプロセッサとを備え、前記プロセッサが、前記SPS信号のフレーム時間よりよい精度の前記SPS受信機で時刻を決定し、かつ第2のSPS衛星に対する推定疑似距離によって決定された距離の前記第2のSPS衛星からのSPS信号の到達時間を探索し、前記推定疑似距離が、前記SPS受信機の近似位置および衛星位置データおよび前記時刻から決定される衛星位置決めシステム（SPS）受信機。

【請求項72】 前記プロセッサに結合される通信システムをさらに含み、前記通信システムが前記近似位置を前記プロセッサに供給する請求項71記載のSPS受信機。

【請求項73】 前記プロセッサに結合されるセルベース通信システムをさらに含み、前記セルベース通信システムが、前記推定擬似距離を受信し、かつ前記推定擬似距離を前記プロセッサに供給する請求項71記載のSPS受信機。

【請求項74】 前記推定擬似距離が、前記近似位置および前記SPS衛星の衛星位置から決定される請求項73記載の方法。

【請求項75】 前記推定擬似距離が、前記SPS衛星に対する予め決定された擬似距離に基づかない請求項73記載の方法。

【請求項76】 前記衛星位置データが、(a) SPS衛星あるいは(b)セルベース通信システムの中の1つである外部源から受信され、かつ前記時刻がセルベース通信システムの通信信号から決定される請求項72記載のSPS受信機。

【請求項77】 前記プロセッサが、前記他のSPS衛星に対する他の推定擬似距離によって決定された距離にある他のSPS衛星からのSPS信号の到達時間を探索し、前記推定擬似距離が前記SPS受信機の前記近似位置から決定される請求項76記載のSPS受信機。

【請求項78】 前記SPS受信機が、SPS信号を得るために整合ファイルを使用する請求項49記載の方法。

【請求項79】 前記SPS受信機が、セルベース通信システムの通信信号から前記時刻を決定する請求項49記載の方法。

【請求項80】 前記セルベース通信システムが、CDMA（符号分割多元接続）システムを含む請求項79記載の方法。

【請求項81】 前記通信信号が、時刻メッセージあるいは一連の時間パルスの1つである請求項79記載の方法。

【請求項82】 前記天体暦データのセットが、(a) SPS受信機の基準ネットワーク、(b) 前記SPS受信機と通信しているセルサイトのSPS基準受信機、あるいは(c) 前記SPS受信機によってSPS衛星からSPS信号の中の少なくとも1つから受信される請求項51の方法。

【請求項83】 前記天体位置推算表データのセットが、(a) SPS受信機の基準ネットワーク、(b) 前記SPS受信機と通信しているセルサイトのS

PPS基準受信機、あるいは(c)前記PPS受信機によってPPS衛星からのPPS信号の中の少なくとも1つから受信される請求項53の方法。

【請求項84】 衛星位置決めシステム(PPS)受信機の衛星位置決めシステム(PPS)信号を得る探索時間を減少させる方法であって、

前記PPS受信機で時刻を決定し、

推定距離対時間の数学的記述のセットを得、前記推定距離が、前記PPS受信機から前記PPS受信機によって見ることができる前記PPS衛星までであり、

少なくとも1つのPPS衛星に対する推定擬似距離を決定し、前記推定擬似距離が、前記時刻および前記数学的記述のセットから決定され、

前記推定擬似距離によって決定された距離の前記PPS衛星からPPS信号の到達時間を探索することを含む方法。

【請求項85】 前記数学的記述のセットが外部源から受信される請求項84記載の方法。

【請求項86】 前記探索時間が、前記PPS信号を最初に得るためのものであり、かつ前記推定擬似距離が、前記PPS衛星からのPPS信号の推定到達時間あるいは前記PPS受信機から前記PPS衛星までの推定距離の中の1つであり、かつ前記探索が前記推定擬似距離によって決定された時間間隔にわたっている請求項85記載の方法。

【請求項87】 前記距離が、前記時刻および前記数学的記述のセットの少なくとも1つに関連したエラーに基づいている請求項85の方法。

【請求項88】 第1のPPS衛星に対する第1の擬似距離を決定することをさらに含み、かつ前記推定擬似距離が、前記第1の擬似距離からも決定され、かつ前記時刻が近似である請求項85記載の方法。

【請求項89】 前記数学的近似のセットが、セルベース情報源から得られた前記PPS受信機の近似位置を使用する請求項85に記載の方法。

【請求項90】 前記近似位置が、前記セルベース情報源から前記PPS受信機で受信される請求項89記載の方法。

【請求項91】 前記セルベース情報源が位置探知サーバに結合され、かつ前記近似位置が、セルベース通信システムのセル対象物の位置を示す請求項89

記載の方法。

【請求項92】 前記セル対象物が、前記セルベース通信システムの無線セルサイトである請求項91記載の方法。

【請求項93】 前記位置探知サーバが、前記SPS受信機に結合される無線通信システムと無線通信している無線セルサイトの識別を決定することによって前記近似位置を前記セルベース情報源から決定する請求項91記載の方法。

【請求項94】 前記位置探知サーバが、前記数学的記述のセットを決定し、かつ前記数学的記述のセットを前記SPS受信機に送信させる請求項93記載の方法。

【請求項95】 高精度搬送波信号を前記高精度搬送波信号を供給する供給源から受信し、

前記高精度搬送波信号に自動的にロックし、かつ記述信号を供給し、

局発振器信号を供給し、SPS信号を得るために前記基準信号を使用することを含む請求項85記載の方法。

【請求項96】 前記時刻が前記SPS信号のフレーム時間内に対して正確である請求項85記載の方法。

【請求項97】 SPS信号を受信するように構成されるSPSアンテナと、

前記SPSアンテナに結合されたプロセッサとを備え、前記プロセッサが、SPS受信機で時刻を決定し、かつ前記SPS衛星の推定擬似距離によって決定された距離にあるSPS衛星からのSPS信号の到達時間を探索し、前記推定擬似距離が、前記時刻および推定距離対時間の数学的記述のセットから決定され、前記推定距離が、前記SPS受信機から前記SPS受信機によって見ることができると前記SPS衛星までである衛星位置決めシステム（SPS）受信機。

【請求項98】 前記プロセッサに結合される通信システムをさらに含み、前記通信システムが、前記数学的記述のセットを受信し、かつ前記数学的記述のセットを前記プロセッサに供給する請求項97記載のSPS受信機。

【請求項99】 前記プロセッサに結合されるセルベース通信システムをさらに含み、前記セルベース通信システムが、前記時刻を指定するメッセージを受

信し、かつ前記時刻を前記プロセッサに供給する請求項97記載のSPS受信機。

【請求項100】 前記時刻が10分以内の近似である場合、前記プロセッサが第1のSPS衛星の第1の擬似距離を決定し、かつ前記推定擬似距離が第1の擬似距離からも決定される請求項97記載のSPS受信機。

【請求項101】 前記推定擬似距離が、前記SPS衛星からのSPS信号の推定到達時間あるいは前記SPS受信機から前記SPS衛星までの推定距離の中の1つである請求項97記載のSPS受信機。

【請求項102】 前記プロセッサが前記探索を実行する整合フィルタを含む請求項97記載のSPS受信機。

【請求項103】 通信インタフェースと、
記憶装置と、
前記記憶装置および前記通信インタフェースに結合されたプロセッサとを備え、前記プロセッサが、前記通信インタフェースを通して前記デジタル処理システムと通信できる移動衛星位置決めシステム（SPS）受信機の近似位置を決定し、かつ前記プロセッサが、推定距離対時間の数学的記述のセットを決定し、前記推定距離が、前記SPS受信機から前記SPS受信機によって見ることができ、前記SPS衛星までであり、前記数学的式のセットが前記近似位置から決定され、かつ前記数学的式のセットが前記通信インタフェースを通して前記移動SPS受信機に送信されるデジタル処理システム。

【請求項104】 前記近似位置が、前記記憶装置に記憶されたセルベース情報源から得られる請求項103記載のデジタル処理システム。

【請求項105】 前記セルベース情報源が、無線セルベース通信システムのセルの対象物のための近似位置情報を供給する請求項104記載のデジタル処理システム。

【請求項106】 前記近似位置が、無線セルベース通信システムのセル対象物の位置を示す請求項104記載のデジタル処理システム。

【請求項107】 前記セル対象物が前記無線セルベース通信システムの無線セルサイトである請求項106記載のデジタル処理システム。

【請求項108】 前記近似位置が、前記移動SPS受信機に結合される無線通信システムと無線通信している無線セルサイトの識別を決定することによって前記セルベース情報源から決定される請求項106記載のデジタル処理システム。

【請求項109】 データ処理システムによって実行されるとき、移動衛星位置決めシステム（SPS）受信機の近似位置を決定し、推定距離対時間の数学的記述のセットを決定し、前記推定距離が、前記SPS受信機から前記SPS受信機によって見ることができるSPS衛星までであり、前記数学的記述のセットが前記近似位置から決定され、

前記数学的記述のセットを前記移動SPS受信機に送信することを含む方法を前記データ処理システムに実行させる実行可能なコンピュータプログラム命令を含むコンピュータ可読媒体。

【請求項110】 前記数学的記述のセットが、SPS衛星に対する推定距離および時間にわたる前記推定距離の変化率を含む請求項84記載の方法。

【請求項111】 前記数学的記述のセットが時間の多項関数を含む請求項84記載の方法。

【請求項112】 前記SPS受信機が、SPS信号を探索するために整合フィルタを使用する請求項84記載の方法。

【請求項113】 前記SPS受信機が、セルベース通信システムの通信信号から前記時刻を決定する請求項84記載の方法。

【請求項114】 前記セルベース通信システムが、CDMA（符号分割多元接続）システムを含む請求項113記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

関連出願に対する相互参照

本出願は、ノーマン・エフ・クラスナーによる1997年4月24日に出願された米国特許出願第08/845,545号の一部継続出願およびノーマン・エフ・クラスナーによる1996年12月4日出願された米国特許出願第08/759,523号の一部継続出願ならびにノーマン・エフ・クラスナーによる1996年3月8日出願された米国特許出願第08/612,582号の一部継続出願である。

【0002】

発明の分野

本発明は、グローバルポジショニングシステム（GPS）のような衛星位置決めシステム（SPS）で使用される衛星から信号を得ることができる受信機に関するものである。

【0003】

発明の背景

GPS受信機は、通常複数のGPS（あるいはNAVSTAR）衛星から同時に送信される信号の相対到達時間を計算することによってGPS受信機の位置を決定する。これらの衛星は、いわゆる「天体位置推算表」の衛星位置決めデータならびにクロックタイミングデータの両方をこれらの衛星のメッセージの一部として送信する。GPS信号を探索し、得て、複数の衛星のための衛星データを読み取り、このデータからの受信機の位置を計算する処理は、多くの時間を必要とし、しばしば数分を要する。多くの場合、この非常に長い処理時間は、受け入れ難く、さらに超小型化された携帯用途の電池寿命を非常に制限する。さらに、増加された受信感度が必要とされる厳しい妨害条件の下では、この処理時間は著しく増加し得る。

【0004】

GPS受信システムの2つの主要な機能、（1）いろいろのGPS衛星に対する擬似距離の計算、（2）これらの擬似距離および衛星タイミングデータならび

に天体位置推算表データを使用する受信ブラットホームの位置の計算、がある。擬似距離は、単に各衛星からの受信信号とローカルクロックとの間で測定された時間遅れである。それとは別に、時間遅れは、各衛星からの送信時間とローカルクロックとの間で測定されてもよい。ここでは、各衛星の位置履歴は、センサに対する衛星からの経路遅延を含むように使用される。時間遅れが光速倍されると、距離として示される擬似距離を得る。ローカルクロック（あるいはクロックバイアス）の時間エラーおよび他の小さいタイミングエラーが確認される場合、擬似距離が真の距離になる。信号探索および取得に関連する本発明の目的のために、擬似距離の前述の定義を受信衛星信号とローカルクロックとの間の時間遅れとして使用する。さらに、ここで関心がある擬似距離は、米国GPSシステムの場合、C/Aコードが1ミリ秒である基本的な擬似ランダム拡散シーケンスのフレーム時間の時間モジュールである。擬似距離は衛星距離とは区別されるべきであることに注目せよ。衛星距離は、衛星からGPS受信機までの真の距離である。いくつかの場合、この距離は、この距離（例えば、単位はメートル）を光速で割ることによって時間単位で示される。

【0005】

衛星天体位置推算表データおよびタイミングデータは、一旦獲得され、追跡されると、GPS信号から抽出される。前述されるように、この情報を収集することとは、通常、比較的長い時間（30秒～数分）がかかり、低いエラーレートを得るために良好な受信信号レベルで行われなければならない。本発明は、見えている衛星、好ましくは全ての見えている衛星の擬似距離を迅速に決定する方法に主に関連している。

【0006】

大部分のGPS受信機は、擬似距離を計算する相関方法を利用する。これらの相関方法は、一般に実時間で、しばしばハードウェア相関器で実行される。GPS信号は、擬似ランダム（PN）シーケンスと呼ばれる高レート繰り返し信号を含む。民間用途に役立つコードは、C/Aコードと呼ばれ、1.023MHzの2進反相レート、すなわち「チップング」レートおよび1ミリ秒のコード時間の1023のチップの繰り返し周期を有する。このコードシーケンスはゴールドコ

ードとして知られる一群に属する。各GPS衛星は、固有ゴールドコードを有する信号を放送する。

【0007】

所与のGPS衛星から受信された信号に関して、ベースバンドへのダウン変換処理に続いて、相関受信機は、受信信号をこの受信機のローカルメモリ内に含まれる適切なゴールドコードの記憶されたコピーと乗算し、次に信号の存在の表示を得るためにこの積を積分し、ローパスフィルタリングする。この処理は「相関」動作と称される。受信信号に対するこの記憶されたコピーの相対タイミングを逐次調整し、相関出力の大きさあるいは連続出力のセットの平均値を観測することによって、受信機は、受信信号とローカルクロックとの間の時間遅れを決定できる。このような出力の存在の初期決定は「捕捉」と称される。一旦捕捉が生じると、この処理は、ローカル基準のタイミングが高い相関出力を保持するためにわずかな量調整される「トラッキング」フェーズに入る。トラッキングフェーズ中の相関出力は、取り除かれた擬似ランダムコード、あるいは一般的な用語では「逆拡散」を有するGPS信号とみなすことができる。この信号は、一般的にはGPS波形に重ね合わされる50ビット/秒の2進位相偏移変調データ信号に対応するバンド幅を有する狭い帯域である。

【0008】

特に、受信信号が弱い場合、相関捕捉処理は非常に時間がかかる。これは、相関器がPNコードの全ての可能な1023の位置にわたって連続的な方法でPNフレームエボックを探索しなければならない。捕捉時間を改善するために、大部分のGPS受信機は、相関ピークのための可能なエボック位置にわたり並列探索を可能にする複数の相関器（一般的には最大12個まで）を利用する。

【0009】

米国特許第5,663,734号の方法の一例に示された他の捕捉方法は、特別の任意の前処理動作および後処理動作とともに多数のFFT動作を実行することによって比較的高感度および比較的高処理速度をもたらす。この方法では、受信データは、適当な低周波中間周波数にダウン変換され、ディジタル化され、バッファメモリに記憶される。次に、このデータは、一例において、前述のFFT

動作および他の動作を実行するプログラマブルデジタル信号処理ICを使用する際に作動される。実際は、これらの動作は、多数の相関器（数千の相関器）の並列実装を可能にする。さらに、この動作は単一のデータセット、あるいは「ブロック」で実行されるので、この動作は相関器方式に共通な変動信号レベルおよび変化する特性の影響を受けない。

【0010】

前述のように、GPS受信機の第1の任務は、GPS受信機が見ることができるGPSの各々の到達時間、あるいは擬似距離を決定することにある。探索される必要がある2つの主要変数、すなわち時間および周波数がある。前述されるように、各GPS信号の擬似ランダムフレーム構造は、コードの1023のチップにわたって探索し、最初のPNフレーム同期を確立することを必要にする。しかしながら、一般に、各GPS信号の搬送波の正確な情報は欠けている。通常、これは、搬送波のセットが探索されることも必要であることを意味する。特に、搬送波のエラーは、全ての可能なエポック位置で強い相関出力の欠如を生じ得る。搬送波の不確かさは、3つの要因、すなわち（A） $\pm 4\text{ kHz}$ 未満である、衛星に関連するドップラー、（B）一般的には数百Hz未満である、受信機プラットホームが動いている場合に受信機プラットホームに関連するドップラー、および（C）受信機に使用される発振器の特性に応じて、数百Hzから数万Hzに及ぶ可能性があるGPS受信機の基準発振器（L.O.）に関連する周波数エラーによる。通常、未知のキャリアにわたって探索は、相関器あるいは整合フィルタ装置の一貫した積分時間の逆数の何分の一である周波数の増分で行われる。この一貫した積分時間は、任意の検出動作より前に局所的に発生される基準と比較されるPNフレーム数に等しい。この数は、一般的には、1～20ミリ秒である1～20のPNフレームの範囲にある。信号の上部に配置された直感的な未知の50ボートの2進位相偏移変調データ（衛星データメッセージ）の存在は、1データビット時間、すなわち20ミリ秒にわたる一貫した処理利得を可能にしないので、20ミリ秒にわたる一貫した積分は通常適切でない。一例として、そのとき受信機が2ミリ秒の一貫した積分時間を使用する場合、未知の周波数にわたる適当なステップは、 $0.5/2\text{ ミリ秒}$ 、すなわち250Hzである。 $\pm 10\text{ kHz}$ の範

囲が探索される場合、約80に等しいステップ数が必要とされる。

【0011】

一貫した処理に加えて、捕捉受信機が一貫した処理を実行する。すなわち、一貫した相関処理の出力は、二乗検波器あるいは線形検波器で検出され、次に前の出力と合計される。これは改良された感度を可能にする。実際に、著しい閉鎖を有するGPSを検出するために、いくつかの場合に最大1000の多数の検出後の加算が必要とされ得る。したがって、感度と実行される検出後の積分数との間に明らかなトレードオフがある。単一相関器がGPS信号を得るために使用される場合、この相関器は1ミリ秒 $\times N_{p, \dots} \times N_{p, \dots}$ 秒の時間休止する、ここで、 $N_{p, \dots}$ は集中的に積分されたPNフレーム数であり、かつ $N_{p, \dots}$ は、検出後加算された数である。高い妨害物の場合、この全積分時間は、わずかに1秒であり得る。捕捉受信機は、一般的には、全部で2046の可能な時間遅れの間、1023のチップ期間にわたって単位が時間である1/2チップ間隔にわたって探索しなければならない。以前に示された例は、多分80の異なる搬送波が探索されねばならないことを示している。したがって、163, 680の異なる時間周波数のGPS信号を得るように探索されねばならないかもしれない推測あるいは「ピン」が存在しなければならないかもしれない。したがって、単一の相関器は、今列挙された例で探索を実行するために163, 680秒以上を必要とする（時間周波数ピンおよび80の周波数ピン毎に1秒休止）。

【0012】

従来のGPSシステムは捕捉時間に対する感度をトレードオフする。したがって、1ミリ秒の検出前の積分時間が使用され、唯一の検出後積分が使用される場合、80の周波数ピンの上記状態の場合、全探索時間は163.7秒である。これは2分以上である。捕捉時間をさらに減らすために、大部分のGPS受信機は、探索要件を $\pm 2 \text{ kHz}$ に減らす安定化発振器を使用し、したがってこれは上記の例に対して5倍も探索範囲を減らす。捕捉時間を減らすことの代替は、前述のように、多数の並列相関器、あるいは整合フィルタ方式を使用することにある。しかしながら、いくつかのGPS信号は位置の決定を実行するために得ることが必要であることに注目せよ。

【0013】

たとえどんな捕捉方式が使用されても、全捕捉時間を減らすために探索周波数範囲および／または探索時間範囲を減らすことが望ましい。多数の著者が、探索周波数範囲を減らす方法を検討した（例えば、米国特許第4,445,118号を参照せよ）。これらは、通常、GPS衛星のドップラー周波数の近似情報を有して展開する。これは、通信リンクのような補助的なこのような情報源によって得ることができるかあるいはGPS受信機が時間および位置の近似情報を有する場合、この情報はこのようなドップラー周波数を計算することによって得ることができる。後者の場合、GPS受信機はGPS衛星そのものによって供給されたいわゆる天体暦データを記憶したと仮定される。このデータは、約1月の期間有効である近似の衛星位置対時間を与える。推定ドップラーの場合さえ、SPS信号を得るのに必要とされる探索時間はしばしば今までどおり長い。いろいろの手段が、ローカル周波数基準の不確かさを減らすために使用されてもよい。これは、特別の高い安定性のあるいは校正された発振器等を使用してGPS受信機への外部伝送を介してこの基準を安定化することを含む。発振器の不安定性によるエラーは全ての衛星信号に共通であることに注目すべきである。したがって、一旦第1の信号が得られると、主要な周波数の不安定性源としての局部発振器を除去することは通常容易である。

【0014】

SPS受信機において、初期のSPS信号捕捉中PNエポックにわたる探索範囲、すなわち受信されたGPS信号の1023の可能なチップ位置にわたる探索を制限することが望ましい。これは、受信機が最近（例えば、数秒以内）GPS信号を失った後、受信機がGPS信号を再獲得しなければならない再捕捉の場合と対比されるべきであることに注目する。この場合、GPS受信機は、最後に決定されたPNエポックの近傍の範囲内でPNエポックの距離を単に探索する。ほとんどGPSの概念が最初に作り出されたので、再捕捉戦略はGPS受信機の通常の動作の一部であった。

【0015】

発明の概要

本発明は、SPS衛星からの捕捉時間を減少させるいろいろの方法および装置を提供する。本発明の方法の例では、SPS受信機の近似位置が決定される。特定のSPS衛星に対する推定擬似距離は、特定のSPS衛星の時刻、近似位置および衛星位置情報から決定される。次に、SPS受信機は、推定擬似距離によって決定された距離の特定のSPS衛星からのSPS信号を探索する。一般的には、この方法は、特定のSPS衛星から最初にSPS信号を得るために探索時間を減らす。本発明の1つの特定の例では、近似位置は、いろいろの無線セルサイトの各々の識別をセルラ電話システムのような無線セルベース通信システムの無線セルサイトによってサービスされるセル内の対象物に対する近似位置と関連するセルベース情報源から決定される。

【0016】

本発明の他の特定の例では、サーバシステムは、推定擬似距離を決定し、これらの推定擬似距離を移動SPS受信機に送信させることによって移動SPS受信機を助ける。このサーバは、無線セルベース通信システムを通して移動SPS受信機に結合されてもよい。

【0017】

本発明の他の例では、SPS衛星から信号を得る時間は、SPS信号のフレーム時間（例えば、米国のGPSシステムの場合は1ミリ秒）よりよい精度の時刻を決定し、SPS衛星からの推定距離（あるいは信号進行時間）を（所与の時間に所与の近似位置に対して）指定する数式のセットを得ることによって減らしてもよい。時刻および数式は、探索がSPS衛星からSPS信号を得るように実行されてもよい推定擬似距離を決定する。

【0018】

詳細な説明

本発明は、SPS信号をSPS衛星から得る時間を減少させるいろいろの方法および装置を提供する。下記の説明および図は、本発明の実例であり、本発明を限定するものとして解釈されるべきでない。多数の特定の詳細は本発明の完全な理解を与えるように説明されている。しかしながら、ある種の例では、周知あるいは従来の詳細な事項は、詳細な本発明を不必要にあいまいにしないために説明

されていない。

【0019】

図1は、本発明と併用されてもよいGPS受信機のようなSPS受信機の例を示す。この受信機101は、SPS信号を受信するアンテナ102を含んでいる。アンテナ102からのSPS信号は、この信号を増幅する低雑音増幅器104に供給される。この信号は、次に局部発振器108によってクロックされるミキサ106に供給される。このミキサ106は、中間周波数段110によって処理され、相関器システム112に供給されるダウン変換されたSPS信号を発生する。この相関器システム112はSPSナビゲーションコンピュータ114に結合される。このSPSナビゲーションコンピュータ114は、SPS信号が得られ、追跡され、次に衛星天体位置推算表データがSPS受信機の位置を決定するためにSPS信号から読みとられるように、一般的には相関器システム112および局部発振器108の動作を制御している。この受信機101は、例えば、SPS信号をこの衛星から得る時間を減らすために特定の衛星に対する推定擬似距離を使用することによって本発明により使用されてもよい。一般的には、このようなSPS受信機は、後述されるように位置補助情報あるいは時刻情報を受信する通信受信機を含み、この情報は、次に本発明によりこの情報を使用し、探索時間を減らし、SPS信号をSPS衛星から得るSPSナビゲーションコンピュータ114に供給される。本発明は、異なる受信機アーキテクチャを有し、例えば従来の相関器受信機システムを含むSPS受信機、畳み込みアルゴリズムを有するデジタル信号プロセッサを有する受信機（例えば、米国特許第5,663,734号を参照）、整合フィルタを使用する受信機（例えば、1998年2月11日に出願された係属中の米国特許出願第09/021,854号を参照）、高並列相関を使用する受信機（例えば、1998年5月29日に出願された係属中の米国特許出願第09/087,438号を参照；1997年10月30日に公表されたPCT国際公表第WO97/40398号も参照）と併用されてもよい。

【0020】

擬似距離を探索する時間を減らすために直観的な情報を利用する2つの主要な

方式が後述される。第1の方式では、正確な時刻情報は、探索の範囲を制限するために接近したユーザおよび衛星位置の情報と結合される。第2の場合、近似時刻情報だけが利用可能である。それから、第1の衛星信号を探索する範囲は制限されなくて、全部探索されねばならない（1秒のPNフレーム期間にわたる）。その後の擬似距離探索は、第1の受信信号+近似ユーザ位置および衛星位置に対するユーザ位置および衛星位置の探索範囲を制限するように決定された擬似距離を使用できる。この後者の場合が第1の場合の後に下記により詳細に述べられる。

【0021】

SPS受信機は、前述のように、従来の技術により1つのSPS信号を得たと仮定する。SPS受信機が、例えば、半径10マイルの範囲内の受信機の位置、例えば1秒の精度の時刻、例えば天体暦によって供給される近似衛星位置の近似情報を有すると仮定する。受信信号が十分強いならば、時間情報は6秒の期間（1サブフレーム）内の第1の受信信号から得ることができる。近似位置は、前の位置決定あるいは位置（例えば、都市および都市の周囲の制限位置）の一般的な情報、もしくは例えば後述される例におけるような通信リンクを通して受信機に供給される補助情報から得ることができる。

【0022】

近似位置を使用することによって探索範囲を制限することができる。SPS受信機は、3次元位置決定に対して4つのSPS信号および2次元位置決定に対して3つの信号を得なければならない。PNエボックが時間 T_1 モジュール1ミリ秒（PNコードが1ミリ秒毎に繰り返される）にあると仮定する。今第2の衛星の探索が進行していると仮定する。受信機の地理的位置が正確に知られている場合、 T_1 に対する受信機のPNエボックは高精度であると知られている。残りのエラー源は時刻および衛星位置エラーであるので、これはこの事例である。これらの2つのエラーを考察する。時刻エラーは衛星位置エラーを生じる。GPS衛星のドップラーは一般的には2700ナノ秒/秒未満である。したがって、2つのGPS衛星間の最大ドップラー差は約±5.4マイクロ秒/秒未満である。したがって、1秒の時間エラーに関して、2つのPNエボック間で生じるエラーは、

±5.4マイクロ秒、あるいは±6チップ未満である。いま、衛星位置エラーを考察する。このエラーが半径方向に2マイル未満である場合、位置エラーに関連する最大時間エラーは、光が2マイルを進行する時間、すなわち約10マイクロ秒に対応する時間エラーである。したがって、この例では、衛星位置エラーが支配する。これらの2つのエラーを一緒に合計する場合、±15.4ミリ秒の最大差分時間エラーが生じることが分かる。これは約±15.4チップの範囲に対応し、多くの場合、非常に小さい。したがって、上記の環境下では、約1023/(2×15.4)=33.2倍も探索範囲を狭くすることができる。さらに、第2の衛星に対する予想されたPNエポックで開始する探索を蛇行するように行うことによって、平均でこの探索時間をなおさら減らすことができる。この改良された速度は、第1の衛星以外のGPS衛星の全ての信号に対する全探索および捕捉時間が第1の衛星に対する全探索および捕捉時間よりもかなり大きいべきでなく、しばしばより小さいべきであるほどのものである。本発明の例は図2に絵で示されている。

【0023】

この図の「バルス」133、134および138の各々は、衛星手段の信号のエポックの到達時間を示している。大きな垂直線131および132は、(受信機の)局部的に発生されたPN信号のPNエポックを示している。時間T136は、受信機によって測定され、基準PNエポック131に対して第1のSV信号の測定到達時間に基づいている。一旦T1が決定されると、第2の衛星信号の推定到達時間を推量できる。これはオフセット δT_n 、 δT_n として示される。 δT_n は、式 $(R2-R1)/c$ によって計算される、ここで、R1は、地球上の推定受信機位置から第1のGPS衛星までの推定距離であり、R2は、地球上の推定受信機位置から第2のGPS衛星までの推定距離であり、両方共推定時刻を使用し、ここで、cは光速である。前述のように、推定GPS衛星位置、推定時刻および推定受信機位置はある程度まで全てエラーであり、主要なエラーは通常受信機位置に関連している。位置T1+ δT_n の周りのこのエリア135は、これらのエラーによる第2の衛星からのPNエポックの到達時間の不確かさを示している。これは範囲あるいは領域Eとしても示されている。前述の

ように、これは、一般的には約10マイクロ秒であってもよい。領域Eだけが第2のSV擬似距離を探索する必要があるので、探索時間の大きな削減が隣接PNエポック間の到達時間の探索に対して行われることが明らかである。

【0024】

図3は、前述された有効な方法の一例の擬似距離を得る際のステップを示すフローチャートである。この処理は、ステップ161の第1のGPS信号の捕捉および第1の信号を送信している対応する衛星に対する擬似距離の決定で開始する。一旦これが完了されると、時刻は、衛星データメッセージをこの信号から読み取るかあるいは外部源から受信機に送信されたこのようなデータを有することによって得られてもよい。それとは別に、この受信機は、経過時間カウンタを使用して適切な時刻の推定値を保有していてもよい。この受信機は、ステップ163で、近似ユーザ位置および衛星位置情報を過去に収集された記憶情報からあるいは通信リンク（あるいは手動入力さえ）を介するこのような情報の伝送を介してのいずれかから近似ユーザ位置および衛星位置情報を引き出す。この情報から、推定擬似距離（モジュロ1ミリ秒期間）は、ステップ165で推定され、この推定のエラーの範囲（例えば、エラー距離）は、受信機位置、時刻のエラー、および衛星位置情報の品質に基づいてステップ167で推量される。次に、受信機は、推定擬似距離±エラー距離に等しい可能な擬似距離の制限範囲をステップ169で探索する。通常、初期の捕捉では、推定擬似距離は、特定のSPS衛星に対する予め決定された擬似距離に基づかない。全ての衛星が捕捉されるまで、この処理は、通常ステップ171で全ての衛星に対して繰り返される。一旦3つの衛星信号が得られると、受信機の位置エラーを大いに減少させる2次元位置決定を通常計算できることに注目せよ。したがって、この情報は、その後のSVに対する擬似距離領域をさらに減少させるために使用できる。

【0025】

局部発振器の不安定性によるエラーが第1の衛星の捕捉時間を支配しない場合、上記の方式は特に有利である。したがって、探索時間は、衛星ドップラーおよびもちろん未知PNエポックにわたる探索によって支配される。したがって、前述された方式は、Mに近づく量だけ全衛星の捕捉時間を潜在的に減らすことがで

きる。ここで、Mは捕捉される衛星の数である。さらに、本発明のいろいろの方法および装置は、1996年3月8日出願された係属中の米国特許出願第08/612,582号および1996年12月4日出願された係属中の米国特許出願第08/759,523号（これらの出願の両方とも引用文献としてここに組み込まれている）に記載されているこれらの技術のように、GPS信号を得るために使用される安定した局部発振器信号を供給する技術と併用されてもよい。

【0026】

前述の方法は、第2の信号およびその後の信号を得る時間を劇的に減少させるが、第1の衛星信号を得る時間を減少させない。上記に列挙された例では、その後のGPS信号は、第1の時間の $1/33$ で得られる。したがって、捕捉時間Dを必要とされる第1の信号および6つの信号全てが得られるべきである場合、簡単な探索が実行されるならば、全捕捉時間は、 $(1 + 5/33)D$ 対 $6D$ であり、5.21倍の節約である。多数の場合、第1の信号がより迅速に得ることができる場合、非常に十分な改善を行うことができる。これは、GPS受信機で絶対時間（例えば、100マイクロ秒エラー未満）の若干の正確な情報を必要とする。これは、しばしば時間伝達機構によって行うことができる。ここで、受信機が受信機の位置および近似衛星位置情報（衛星天体暦）の近似情報を有しているものと仮定する。

【0027】

このような時間伝達機構は、外部源からGPS受信機への補助通信リンクによって可能である。これの多数の場合がある。第1の例は、約1マイクロ秒に対して正確であるタイミング情報+セルラ基地局からセルラ電話までの任意の伝搬遅延および電話それ自体内にある信号処理遅延をもたらすIS-95のCDMAサブトラム拡散セルラ電話規格である。比較的長いパス遅延を示すセルサイトから電話までの5マイルの距離は約26マイクロ秒の時間遅れを生じる。GPS受信機が13マイクロ秒の平均パス遅延をとる場合、 ± 13 マイクロ秒のエラーが生じる。最悪の場合、このようなシステムの伝達エラーが約 ± 20 マイクロ秒以下に保持できると仮定することは妥当である。全PNフレーム持続時間は1ミリ秒であるので、標準相関器システムが使用される場合、これは、第1の衛星の探

索時間を2.6倍も減少させる。さらに、前述の例を使用すると、時間探索が全然制限のない約 $D/2.6 + 5D/3.3$ すなわち0.19D対6Dの全探索時間を得る、すなわち3.1.6倍の節約となる。絶対時間だけが使用可能である場合、これはおよそ必要とされる1/6の探索時間である。

【0028】

他の時間伝達機構は特別の場合に使用可能であり得る。専用通信リンクは、タイミング信号をローカルエリアに供給するように確立されてもよい。WWWおよびその変形のようなある種の放送信号は、タイミング信号を供給するが、これらの信号の精度は捕捉時間の著しい削減を可能にするほど十分でないかもしれない。多数の付加的CDMAセルシステムは、世界中に及ぶ規格として現在提案され、これらのシステムのいくつかは時間伝達機構に組み込んでよい。

【0029】

上記の説明では、高精度の時刻（例えば、100マイクロ秒未満）は、第1の擬似距離を明白に得るように衛星位置の近似位置および衛星位置の情報とともに使用された。したがって、他の擬似距離は、この第1の擬似距離からの時間オフセットおよび近似衛星位置の計算によって得られる。もちろん、各受信衛星信号に対応する各擬似距離を別々に処理し、したがって他のものに関係なく各擬似距離を探索できる。しかしながら、特に絶対時間のエラーが支配する場合、これは不必要な探索時間がかかる。例えば、絶対時間が50マイクロ秒だけエラーであると仮定し、全ての他のエラー（例えば、近似位置エラー）源が20マイクロ秒であると仮定する。したがって、第1の擬似距離の探索は、少なくとも70マイクロ秒の範囲にわたる探索を必要とする。そのとき第2の擬似距離を別々に探索した場合、この擬似距離は70マイクロ秒以上の探索範囲を再び必要とする。しかしながら、第1の擬似距離の位置に対して、第2の擬似距離の探索の範囲は20マイクロ秒である。他の方法を述べると、第1の擬似距離の探索は、受信機のローカルクロックに対して、50マイクロ秒タイミングエラーだけ探索範囲を減少した。したがって、その後の探索は探索範囲のこの削減を利用できる。

【0030】

本発明の他の実施形態はサーバシステムを使用する。いくつかの移動GPSシ

システムは遠隔サーバとともに作動する。一般的には、移動GPS受信機は、擬似距離を計算し、位置の最終計算のためにこれらをサーバに送信する。このセットアップは、受信機がGPS衛星データメッセージを読み取る必要がないので、増加される受信機感度に対して、かなり高い受信信号対雑音比を必要とする課題を許す。この場合、サーバとの通信によって、サーバは、GPS受信機の探索範囲を制限するのに役立つ情報をGPS受信機に供給できる。米国特許第5,663,734号は、サーバおよび移動GPS受信機を含むシステムを記載している。動作のフローチャートは、サーバが探索される第1の信号に対して全SV信号の推定擬似距離を計算することを除いて、丁度図3におけるように進行できる。すなわち、図3の処理ブロック163、165および167の動作はサーバで実行される。GPS受信機に接近しているかさもないとGPS受信機の近似位置を知っていると仮定されるサーバは時刻、近似ユーザ位置および衛星位置情報を知っているので、これを行うことができる。したがって、サーバは、探索される第1のGPSのSV信号に対する推定擬似距離をGPS受信機に送信できる。図3の動作が完了された後、GPS受信機は、位置計算を完了するサーバに時間タグ擬似距離を送信する。この後者の時間タグ付けは、約数ミリ秒の精度であるだけが必要であり、最終位置計算を正確に実行することが必要とされる。この時間タグ付けは必要とされるので、擬似距離が測定される場合、GPS衛星の近似位置は既知である。さらに、この時間タグ付けは、CDMAセルラネットワークで使用可能である受信信号のような受信信号をGPS受信機で使用して行うことができる。

【0031】

図4は、その各々が特定の地理的な地域あるいは位置にサービスするように設計される複数のセルサイトを含むセルベース通信システム10の例を示している。このようなセルラベースあるいはセルベース通信システムの例は、セルベース電話システムのような当該技術分野で周知である。セルベース通信システム10は、その両方がセルサービスエリア11内にあるように規定される2つのセル12および14を含んでいる。さらに、このシステム10はセル18および20を含む。対応するセルサイトおよび/またはセルラサービスエリアを有する複数の

他のセルも、セルラ交換局24およびセルラ交換局24bのような1つあるいはそれ以上のセルラ交換局に結合されたシステム10に含めてもよいことが分かる。

【0032】

セル12のような各セル内には、図4に示された受信機16のような移動GPS受信機と無線通信媒体を介して通信するように設計されるアンテナ13aを含むセルサイト13のような無線セルサイト、あるいはセルラサイトがある。GPS受信機および通信システムを有するこのような結合システムの例は、図6に示され、GPSアンテナ77および通信システムアンテナ79の両方を含んでもよい。

【0033】

各セルサイトはセルラ交換局に結合される。図4では、セルサイト13、15および19は、接続部13b、15bおよび19bそれぞれを通して交換局24に結合され、セルサイト21は接続部21bを通して異なる交換局24bに結合される。これらの接続部は、それぞれのセルサイトとセルラ交換局24および24bとの間のワイヤ線接続部である。各セルサイトは、セルサイトによってサービスされる通信システムと通信するアンテナを含む。1例では、セルサイトは、セルサイトによってサービスされるエリアの移動セルラ電話と通信するセルラ電話サイトであってもよい。セル4に示された受信機22のような1つのセル内の通信システムは、妨害物（あるいはセルサイト21が受信機22と通信できない他の理由）によりセル18のセルサイト19と実際通信してもよいことが認識される。

【0034】

本発明の典型的な実施形態では、移動GPS受信機16は、GPS受信機および通信システムの両方が同じハウジングの中に囲まれるようにGPS受信機と一体とされるセルベース通信システムを含む。この1つの例は、共通回路をセルラ電話トランシーバと共有する一体GPS受信機を有するセルラ電話である。この結合システムがセルラ電話システムのために使用される場合、伝送が受信機16とセルサイト13との間に生じる。したがって、受信機16からセルサイト1

3への伝送は、接続部13bを介してセルラ交換局24に伝搬され、セルラ交換局24によってサービスされるセルの他のセルラ電話あるいは接続部（一般的にはワイヤ接続）を介して陸上固定電話システム／ネットワーク28を介する他の電話のいずれかに伝搬される。用語ワイヤ接続は、光ファイバおよび銅ケーブル線等のような他の非無線接続部を含んでいる。受信機16と通信している他の電話からの伝送は、接続部13bおよびセルサイト13を通してセルラ交換局24から伝達され、従来のような方法で受信機16に戻される。

【0035】

遠隔データ処理システム26（いくつかの実施形態では、GPSサーバあるいは位置探知サーバと呼ばれてもよい）は、システム10に含まれ、一つの実施形態では、GPS受信機によって受信されたGPS信号を使用して移動GPS受信機の位置を決定するために使用される。GPSサーバ26は、接続部27を通して陸上固定電話システム／ネットワーク28に結合されてもよく、接続部25を通してセルラ交換局24にも任意に結合されてもよく、接続部25bを通して交換局24bにも任意に接続されてもよい。接続部25および27は無線でもよいけれども、接続部25および27は一般的にはワイヤ接続部であることが分かる。システム10の任意の構成要素として示されるのは、ネットワーク28を通してGPSサーバ26に結合される他のコンピュータシステムからなってもよい問い合わせ端末29である。この問い合わせ端末29は、セル中の1つの特定のGPS受信機の位置に対するリクエストをGPSサーバ26に送信してもよく、それはそのときGPS受信機の位置を決定し、この位置を問い合わせ端末29に送り返すためにセルラ交換局を通して特定の通信システム／GPS受信機との対話を開始する。他の実施形態では、GPS受信機に対する位置決定は位置GPS受信機のユーザによって開始されてもよい。すなわち、例えば、移動GPS受信機のユーザは、統合セル電話の911を押し、移動GPS受信機の位置で緊急状態を指示してもよく、これはここに記載されたように位置処理を開始してもよい。

【0036】

セルラベースあるいはセルベース通信システムが1つ以上の送信機を有する通

信システムであり、その各々が時間のいかなる瞬間にも予め規定される異なる地理的なエリアに役立つことが注目されるべきである。一般的には、カバーされるエリアは特定のセルラシステムによって決まるけれども、各送信機は、20マイル未満の地理的な半径を有するセルに役立つ無線送信機である。セルラ電話、PCCS（個人通信システム）、SMR（専用移動無線）、一方向および双方向パーソナルシステム、RAM、ARDIS、および無線パケットデータシステムのような多数の種類のセルラ通信システムがある。一般的には、所定の地理的なエリアはセルと呼ばれ、複数のセルは、まとめられ、図4に示されたセルラサービスエリア11のようなセルラサービスエリアになり、これらの複数のセルは、接続部を陸上固定電話システムおよび／またはネットワークに与える1つあるいはそれ以上のセルラ交換局に結合される。サービスエリアは、しばしば課金目的のために使用される。したがって、それは2つ以上のサービスエリアのセルが1つの交換局に接続される場合であってもよい。例えば、図4では、セル1および2はサービスエリア11にあり、セル3はサービスエリア13にあるが、全て3つが交換局24に接続される。それとは別に、時にはそれは、1つのサービスエリア内のセルが特に人口が密集したエリアの異なる交換局に接続された場合がある。一般に、サービスエリアは、互いに接近した地理的に近接した範囲内のセルの集合として規定される。上記の説明に合う他の種類のセルラシステムは、セルラ基地局あるいはセルサイトが一般的には地球の軌道を回る衛星である衛星ベースである。これらのシステムでは、セルセクタおよびサービスエリアは時間の関数として移動する。このようなシステムの例は、イリジウム、グローバルスター、オルブコム、およびオデッセイを含む。

【0037】

図5は、図4のGPSサーバ26として使用されてもよいGPSサーバ50の例を示している。図5のGPSサーバ50は、フォールトトレラントディジタルコンピュータシステムであってもよいデータ処理装置51を含む。SPSサーバ50は、モデムあるいは他の通信インタフェース52およびモデムあるいは他の通信インタフェース53およびモデムあるいは他の通信インタフェース54も含んでいる。これらの通信インタフェースは、ネットワーク60、62、および6

4として示される3つの異なるネットワーク間で図5に示された位置探知サーバへあるいはこの位置探知サーバから情報を交換するための連結性をもたらし。このネットワーク60は、セルラ交換局および／あるいは陸上固定電話システム交換機あるいはセルサイトを含む。したがって、このネットワーク60は、セルラ交換局24および24bおよび陸上固定電話システム／ネットワーク28およびセルサービスエリア11ならびにセル18および20を含むものとみなすことができる。このネットワーク64は、その例が一般的には911の緊急電話呼び出しに回答する制御センターである公衆安全応答ポイント（PSAP）である図4の問い合わせ端末29を含むものとみなすことができる。問い合わせ端末29の場合、この端末は、位置情報をセルベース通信システムのいろいろなセルにある指定移動SPS受信機から得るためにサーバ26に問い合わせをするために使用されてもよい。この場合、位置探知動作は、移動GPS受信機のユーザ以外の誰かによって開始される。セルラ電話を含む移動GPS受信機からの911の電話呼の場合、位置探知処理はセルラ電話のユーザによって開始される。図4のGPS基準ネットワーク32を示すネットワーク62は、差分GPS補正情報および衛星天体位置推算表データを含むGPS信号データもデータ処理装置に供給するように設計されたGPS基準受信機であるGPS受信機のネットワークである。サーバ50が非常に大きな地理的なエリアに役立つ場合、任意のGPS受信機56のようなローカルの任意のGPS受信機は、このエリア中で移動SPS受信機が見える所にある全GPS衛星を観測できなくてもよい。したがって、ネットワーク62は、衛星天体位置推算表データを含む衛星メッセージデータを収集し、供給し、本発明により広いエリアにわたって差分GPS補正データを供給する。

【0038】

図5に示されるように、大容量記憶装置55はデータ処理装置51に結合される。一般的には、大容量記憶装置55は、擬似距離を図4の受信機16のような移動GPS受信機から受信された後、GPS位置計算を実行するソフトウェアための記憶装置を含む。これらの擬似距離は、通常セルサイトおよびセルラ交換局およびモデムあるいは他のインタフェース53を通して受信される。大容量記憶

装置55は、少なくとも1つの実施形態では、モデムあるいは他のインタフェース54を通してGPS基準ネットワーク32によって供給される衛星天体位置推算表データを含む衛星メッセージデータを受信し、使用するために使用されるソフトウェアも含む。大容量記憶装置55は、一般的には、セルサイト識別子のようなセルオブジェクト情報を記憶するデータベース、および一般的には特定のセルサイトと無線通信している移動SPS受信機に対する推定位置である対応する近似位置も含む。このセルオブジェクト情報および対応する位置は、その例が図8に示され、さらに後述されるセルベース情報源である。

【0039】

本発明の典型的な実施形態では、図4のGPS基準ネットワーク32（図5のネットワーク62として示される）がGPS基準ネットワークのいろいろな基準受信機が見えている所にある衛星から衛星データメッセージを供給するのと同様に差分GPS情報を供給するとき、任意のGPS受信機56は必要ない。サーバ支援モード（サーバが補助データを移動SPS受信機に供給する）では、モデムあるいは他のインタフェース54を通してネットワークから得られる衛星メッセージデータは、通常、移動GPS受信機に対する位置情報を計算するために移動GPS受信機から得られる擬似距離と従来のように併用されることが分かる。インタフェース52、53および54は各々、データ処理装置をネットワーク64の場合に他のコンピュータシステムに、ネットワーク60の場合にセルラベース通信システムに、およびネットワーク62のコンピュータシステムのような伝送システムに結合するモデムあるいは他のコンピュータシステムであってもよい。一実施形態では、ネットワーク62は地理的な地域にわたって分散されるGPS基準受信機の分散された集合を含むことが分かる。セルラベースシステムを通して移動GPS受信機と通信しているセルサイトあるいはセルラサービスエリア近くの受信機から得られる差分補正GPS情報は、移動GPS受信機の近似位置に適切である差分GPS補正情報を供給する。

【0040】

図6は、GPS受信機および通信システムトランシーバを含む一般化された結合システムを示している。一例では、通信システムトランシーバは、セルラ電話

(ときにはセル電話あるいはP C S電話とも呼ばれる)である。システム75は、アンテナ77を有するGPS受信機76と通信アンテナ79を有する通信受信機78とを含んでいる。GPS受信機76は、図6に示された接続部80を通して通信トランシーバ78に結合される。本発明の例による動作の1つのモードでは、通信システムトランシーバ78は、アンテナ79を通して近似ドップラーおよび推定擬似距離情報を受信し、この近似ドップラーおよび推定擬似距離情報をリンク80によりGPS受信機76に供給し、それはGPS信号をGPSアンテナ77を通してGPS衛星から受信することによって擬似距離決定を実行する。次に、決定された擬似距離は、通信システムトランシーバ78を通して図4に示されたGPSサーバのような位置探知サーバに送信される。一般的には、通信システムトランシーバ78は、アンテナ79を通して信号をセルサイトに送信する。このセルサイトは、次にこの情報を転送し、図4のGPSサーバ26のようなGPSサーバに戻す。このシステムのためのいろいろな受信機の一例は当該分野で公知である。例えば、米国特許第5,663,734号は、改良されたGPS受信機システムを利用する結合されたGPS受信機および通信システムの一例を示している。結合されたGPSおよび通信システムの他の例は、1996年5月23日に出願された係属中の出願第08/652,833号に示される。GPS受信機のいろいろの異なるアーキテクチャは、本発明と併用されてもよい。すなわち、本発明のいろいろの例は、従来の単一あるいは並列のチャネル相関器SPS受信機、デジタル信号プロセッサを相関アルゴリズムと併用するSPS受信機(例えば、米国特許第5,663,734号を参照)、整合ファイルを使用するSPS受信機(例えば、出願がこれによって引用文献としてここに組み込まれる、1998年2月11日に出願された係属中の米国特許出願第09/021,854号を参照)および上記に参照された受信機のような高い並列相関システムを使用するSPS受信機と併用されてもよい。図6のシステムならびにSPS受信機を有する多数の他の通信システムは、本発明のGPS基準ネットワークあるいはネットワークの一部でないSPSサーバ(例えば、サーバに時間情報および衛星位置情報を供給する基準GPS受信機を有するセルサイトのサーバ)とともに作動するように本発明の方法と使用されてもよい。

【0041】

図7は、GPS基準局のための1つの実施形態を示している。各基準局がこのように構成され、通信ネットワークあるいは通信媒体に結合されてもよいことが分かる。一般的には、図7のGPS基準局90のような各GPS基準局は、GPS信号をアンテナ91が見えている所にあるGPS衛星から受信するGPSアンテナ91に結合される二重周波数GPS基準受信機92を含む。GPS基準受信機は当該技術分野で周知である。本発明の一実施形態によるGPS基準実施形態92は、少なくとも2つの種類の情報を受信機92からの出力として供給する。擬似距離出力93は、プロセッサ・ネットワークインタフェース95に供給され、これらの擬似距離出力は、GPSアンテナ91が見えている所にあるこれらの衛星に対する擬似距離補正を従来のように計算するために使用される。このプロセッサ・ネットワークインタフェース95は、当該技術分野で周知であるようなGPS基準受信機からデータを受信するインタフェースを有する従来のデジタルコンピュータシステムであってもよい。このプロセッサ95は、一般的にはGPSアンテナ91が見えている所にある各衛星に対する適切な擬似距離補正を決定するために擬似距離データを処理するように設計されたソフトウェアを含んでいる。次に、これらの擬似距離補正は、ネットワークインタフェースを通して他のGPS基準局も結合された通信ネットワークあるいは媒体96に送信される。GPS基準受信機92は衛星メッセージデータ出力94も供給する。このデータは、次にこのデータを通信ネットワーク96上に送信するプロセッサ・ネットワークインタフェース95に供給される。

【0042】

衛星メッセージデータ出力94は、一般的には各GPS衛星から受信された実際のGPS信号の符号化された生の50ボーナビゲーションデータである。そのようなとき、情報内容は、高精度衛星位置式（天体位置推算表方程式と呼ばれる）と、全ての衛星に対する近似衛星位置情報と、クロックエラーモデルと、時刻と、他の情報とを含んでいる。この衛星メッセージデータは、GPS衛星からのGPS信号の50ビット/秒データストリームとして放送され、GPSのICD-200ドキュメントに非常に詳述されるナビゲーションメッセージとも呼ばれ

る。このプロセッサ・ネットワークインタフェース95は、この衛星メッセージデータ出力94を受信し、実時間あるいは近実時間で通信ネットワーク96に送信する。この衛星メッセージデータは、通信ネットワークに送信され、本発明の態様によりいろいろの位置探知サーバのネットワークを通して受信される。

【0043】

本発明のある種の実施形態では、衛星メッセージデータの所定のセグメントだけが、ネットワークインタフェースおよび通信ネットワークに対するバンド幅要件を低下させるために位置探知サーバに送信されてもよい。さらに、このデータは連続して供給される必要がなくてもよい。例えば、全ての5つのフレームよりもむしろ天体位置推算表方程式と一緒に含む第1の3つのフレームだけが通信ネットワーク96に送信されてもよい。本発明の一実施形態では、位置探知サーバは、ノーマンエフ・クラスナーにより1997年2月3日に出願された係属中の米国特許出願第08/794,649号に記載された方法のような衛星データメッセージに関連した時間を測定する方法を実行するために1つあるいはそれ以上のGPS基準受信機から送信された衛星メッセージデータを使用してもよいことが分かる。GPS基準受信機92が衛星天体位置推算表データを含む2進データ出力94を供給するために基準受信機92が見える所にある異なるGPS衛星とは異なるGPS信号を復号化したことも分かる。

【0044】

図8は、一実施形態では図4に示されたGPSサーバ26のようなデータ処理装置に保有されてもよいセルベース情報源の例を示している。それとは別に、この情報源は、図4のセルラ交換局24のようなセルラ交換局あるいは図4に示されたサイト13のような各セルサイトに保有されてもよい。しかしながら、一般的にはこの情報は、セルラ交換局に結合される位置探知サーバに保有され、日常的に更新される。この情報源は、いろいろのフォーマットのデータを保有し、図8に示されたフォーマットはフォーマットの一例だけを示していることが分かる。一般的には、推定位置212aのような各推定位置は、セルサイト位置のような対応するセルオブジェクトあるいはセルサイト識別子208aのようなセルサイトあるいはサービスエリアに対するIDを含む。セルベース情報源の情報は、

列208および210のそれぞれに示されたセルサービスエリアあるいはセルサイトのIDのようなセルオブジェクト情報を含み、列212に示された情報のような対応する推定位置も含んでいる。各推定位置がセルサイトからの無線信号カバレッジによってカバーされる地理的な地域の平均位置であってもよいことが分かる。セルサイトの周りの推定位置の他の数学的表現が使用されてもよい。特にセルサイトの位置が、移動SPS受信機がセルサイトの無線カバレッジの特定のエリアにある可能性がある位置を示さなくてもよいセルサイトの位置よりもむしろセルサイト近くの推定位置（例えば推定位置212a）を使用することは役に立ち得る。

【0045】

次に、セルベース情報源201からの使用は、本発明の方法の例を示す図9とともに説明される。この下記の説明では、移動SPS受信機は、SPS信号を受信し、擬似距離をこれらの信号から決定するが、移動受信機で位置数式計算を完了しないと仮定される。むしろ、移動受信機は、これらの擬似距離を移動受信機が無線通信している特定のセルサイトに送信し、このセルサイトは、擬似距離を移動交換局に転送する。この移動交換局は、同様に擬似距離を図4のGPSサーバ26のような位置探知サーバに転送する。

【0046】

図9の方法は、移動SPS受信機がSPS補助情報に対するリクエストを送信する。一般的には、受信機の位置が望まれる場合、これが生じる。これは、SPS受信機を追跡するためにSPS受信機のユーザのリクエスト（例えば、ユーザからの「911」呼び出し）あるいはSPS受信機から遠く離れている他のユーザのリクエストであってもよい。この補助情報リクエストは、セルベース通信システムを通してステップ253でSPS補助情報を受信する位置探知サーバに転送される。ステップ255では、位置探知サーバは、移動SPS受信機の通信システムと通信するセルサイトを識別するセルサイト識別子を決定する。位置探知サーバは、セルベース情報源からのセルサイトによってサービスされるセルのオブジェクトに対する近似位置を得る。これは、図6に示された受信機のような移動SPS受信機に結合される移動セルベース通信システムと無線通信しているセ

ルサイトに対するセルサイト識別子あるいは位置を受信する位置探知サーバによって生じ得る。例えば、セルサイトは、セルサイトの識別子情報を転送できるしあるいはSPS補助情報リクエストによってセルサイトの位置を移動SPS受信機から位置探知サーバに転送できる。セルサイト識別子あるいはセルサイトの位置のいずれかを使用して、位置探知サーバは、セルサイトによってサービスされるセルサイトの対象物に対する近似位置を得るためにセルベース情報源でルックアップ動作を実行する。ステップ257で、位置探知サーバは、次にセルの対象物が見えている所にある衛星に対する衛星位置を決定する。位置探知サーバは、一般的には、時刻も決定し、衛星位置情報および時刻から、セルの対象物が見えている所にある衛星に対する推定距離を決定する。例えば、時刻情報は、局所的に位置探知サーバに接続されているSPS受信機あるいはその時刻情報が通信リンク（例えば、長距離リンクあるいは広域ネットワーク）を介して位置探知サーバに通信される遠隔SPS受信機から得ることができる。これらの推定距離は、セルの対象物に対して決定された近似位置に基づいている。すなわち、近似位置は移動SPS受信機の近似位置であると考えられる。これらの推定距離も、位置探知サーバによって決定された時刻で見えている衛星に対して決定された衛星位置に基づいている。ステップ259では、サーバによって、推定距離および例えば、見えている衛星に対するドップラーを含む任意の付加的情報は、移動SPS受信機に送信される。ステップ261では、移動SPS受信機は、推定距離を受信し、信号を第1の衛星から得て、第1の衛星に対する第1の疑似距離を決定し、次に次の衛星に対する推定疑似距離を使用して次の衛星を探索する。このように、移動SPS受信機は、各適切な衛星に対する推定疑似距離によって決定された距離で探索することによって見えているいろいろの衛星からSPS信号を得るために必要とされる探索時間を短くすることができる。推定距離は第1の衛星に対する推定疑似距離を含んでもよく、この推定疑似距離がこの疑似距離の精度に応じて第1の衛星の信号を探索する際に使用されてもよいし使用されなくてもよいことが分かる。しばしば、捕捉された第1の衛星は、見えている他の衛星に対して最高の信号対雑音比を有する。

本発明の他の例では、移動SPS受信機が見えている衛星に対する擬似距離を決定し、

衛星天体位置推算表データを得て、決定された擬似距離および衛星天体位置推算表データから衛星の位置を計算することによって衛星の位置（例えば、緯度および経度）を決定できることが分かる。すなわち、この場合、サーバは、セルのような領域内のサーバが見えている所にある衛星の衛星天体位置推算表データを移動受信機に供給する。

【0048】

本発明のさらにもう一つの例では、位置探知サーバは、GPS基準受信機に専用であり、GPS基準受信機を有するセルサイトにある。この場合、各セルサイトは、セルサイト自身の位置探知サーバおよび時刻および衛星天体位置推算表データを位置探知サーバに供給するGPS基準受信機を有してもよい。この位置探知サーバは、次に、本発明に従ってこのデータを使用し、推定擬似距離あるいは推定衛星距離を移動SPS受信機に供給するかあるいは時刻、近似位置、および衛星位置データを移動SPS受信機に供給できるので、位置探知サーバは、SPS信号を得る探索時間を減らすために推定距離を決定できる。セルサイトのGPS近似受信機の場合、一般的には、ローカルGPS基準受信機は差分補正および衛星天体位置推算表データおよび時刻を受信機が見えている所にある衛星から決定できるので、データをGPS基準受信機のネットワークから受信する必要が全然なく、セルサイトの位置（あるいは若干の近接のプロキシ）はセルサイトと通信している移動SPS受信機の近似位置として使用できる。このローカルサーバは、単に補助情報（例えば、衛星天体位置推算表および／または時刻）を移動SPS受信機に送信し、移動SPS受信機に推定擬似距離あるいは距離を決定させ、SPS信号を得る探索時間を減らすことができ、あるいはこれらの推定擬似距離あるいは推定距離を決定し、これらの距離を移動SPS受信機に送信できる。次に、移動SPS受信機は、高精度の擬似距離を決定し、この受信機の位置（決定された擬似距離およびこの受信機がSPS衛星あるいは位置探知サーバから受信された衛星天体位置推算表データから）を計算するかあるいは高精度の擬似距離を決定し、これらの決定された擬似距離を移動SPS受信機の位置を計算する位

置探知サーバに送信できる。

【0049】

前述のものは本発明の一例であり、本発明の範囲内にあるいろいろの代替物がある。例えば、移動SPS受信機は、遠隔サーバからの援助なしに全ての動作そのものを実行できる。移動SPS受信機は、移動SPS受信機に送信されるセルサイト識別子からこの受信機の近似位置を決定できるかもしれない。セルサイト識別子を使用すると、移動SPS受信機は、移動SPS受信機に保有されるデータベースのルックアップ動作を実行し、近似位置を決定でき、天体暦情報も（例えば、前のSPS信号受信に基づいて受信機の記憶装置から）あるいは他の衛星位置情報を得ることができ、時刻情報を（例えば、前述のようなセルラ送信から）得ることができる。衛星位置情報、時刻、および近似位置から、移動SPS受信機は、見えている衛星に対するSPS信号を探索し、得るのに必要な時間を短くするためにいろいろの衛星に対する推定擬似距離を決定できる。それとは別に、SPS受信機は、決定された擬似距離をそのとき位置計算を完了する位置探知サーバにも送信できるけれども、SPS受信機は、次に、擬似距離および衛星天体位置推算表データを使用することによって位置計算を完了できる。

【0050】

本発明の他の代替例では、サーバは、近似位置および／または衛星天体位置推算表データを次に移動SPS受信機自体の推定擬似距離を決定する移動SPS受信機に供給することによって補助動作を実行できる。さらに他の代替では、サーバは、衛星天体位置推算表情報を供給することによって移動SPS受信機を助け、移動装置は、時間およびこの装置の近似位置を移動SPS装置とセルサイトとの間の送信から決定し、次に移動SPS装置は、推定擬似距離を決定する。

【0051】

探索削減の主要な変形は図10の表に与えられる。この表は、SPS受信機で確立できる時刻の精度を表の行302および304に沿って識別する。この表は、列308、310および312に沿ってSPS受信機によって得られた補助位置情報の特徴を識別する。表のエントリー322、324、326、330、332、および334は、第1の処理済衛星信号の探索距離が減少できるかどうか

を示している。最初の探索では、未支援SPS受信機は、米国のGPSシステム（C/Aコード）の場合1ミリ秒期間であるPNフレームにわたって探索する。したがって、SPS受信機に使用可能である時刻が1ミリ秒に過ぎないならば、SPS受信機は、PNエポックの間全体で1ミリ秒範囲を探索しなければならない。しかしながら、一旦第1の衛星信号が得られると、他の信号の探索は、第1の信号の探索手順から検出されたPNエポックに対して時々行うことができる（すなわち、第1の信号の擬似距離の決定）。これは前述された。より高精度の時刻がSPS受信機で利用可能である場合、第1の衛星の信号探索範囲が減少できる。全ての場合、探索減少は、SPSに対する衛星の距離の近似情報（光速を使用して、距離あるいは等価時間単位のいずれかで示される）を必要とする。

【0052】

距離情報は、3つの主要な方法（314、316および318）によって供給できる。すなわち、（1）衛星天体位置推算表（ephemeris）データを供給すること、（2）衛星天体暦（almanac）データを供給すること、（3）衛星距離データを供給すること。ここで、衛星天体位置推算表データは、比較的短い時間、一般的には、2時間未満有効である衛星の位置対時間の高精度な数学的記述を意味する。天体暦データは、比較的長い時間、一般的には1月間有効である衛星の位置対時間の数学的記述である。衛星の特性によって、衛星の位置の精度は、天体位置推算表データ（数メートルエラー）に対して天体暦データ（一般的には数キロメートルエラー）で非常に小さく、式が更新されるまで、この精度は時間とともに低下する。天体位置推算表データおよび天体暦データの両方がGPS衛星によって送信される。このデータの形式は、一般的にはケプラー方程式に関連する係数である。しかしながら、他の記述は可能であり（例えば、球面調波記述等）、本発明に準じている。例えば、天体暦あるいは天体位置推算表データが遠隔位置探知サーバからSPS受信機に供給される場合、このデータは、例えば、SPS受信機あるいは減少された記憶装置において減少された計算を可能にすることができる多数の形式をとってもよい。天体暦データあるいは天体位置推算表データがSPS受信機に利用される場合、SPS受信機は、この受信機の位置を知らなければならないので、（近似）衛星距離は所与の時間に計算できる。正確な

時間が使用可能である場合、距離および時間は、PNフレームエポックを推定し、処理される第1の衛星の信号に対してさえ探索時間を減らす。近似時間（1ミリ秒以上）が利用可能である場合、得られる第1の信号の後の信号は第1の衛星および次の衛星に対する推定される距離の差を計算することによって探索できる。次に、次の衛星のPNフレームエポックの各々は、推定距離差（時間単位に示される）に等しい量だけ第1の（あるいは他の処理される）信号に対して検出されたPNフレームエポックからオフセットされる距離で探索できる。第3の方法は、推定衛星距離方程式をSPS受信機に直接与える。これらの方程式、例えば、時間あるいは距離の多項式は、SPS受信機に接近して置かれ、SPS受信機の位置を近似的に知り、この受信機の位置に対する適切な方程式を与える遠隔サーバによってSPS受信機に与えられてもよい。この場合、この式は各衛星を探索する時間の範囲を与えるので、SPS受信機は、この受信機の位置を知る必要がない。実際には、326は、単に探索する時間の範囲の直接の細目であり、334は、所与の衛星信号の受信時間に対して探索する時間の範囲の細目である。

【0053】

天体暦データを使用する長所は、このデータは非常に長時間有効であり、したがってサーバからの送信を非常にしばしば必要としないしあるいは天体暦がSPSの送信から時々読み取られる場合、決して必要としないということである。天体位置推算表データの長所は、このデータがより正確であり、したがって天体暦データを減少させるよりもより大きい程度まで探索範囲を減らすことである。さらに、サーバから送信された天体位置推算表データは、SPS衛星からこのデータを読み取ること（時間がかかり、弱い受信信号レベルに対して困難である）を必要としないで、SPS受信機でこの受信機の位置を計算するために使用されてもよい。衛星距離方程式は、天体位置推算表データあるいは天体暦データのいずれかに対して置換において使用されてもよいが、一般的には比較的短時間にわたって正確であるしあるいはこの方程式が長い時間にわたって有効であるべきである場合、他の数学的記述と同様にサイズがコンパクトでなくてもよい。したがって、位置情報を供給する方式の各々は、長所および異なる用途でトレードオフで

あり得る欠点を有する。

【0054】

本発明の方法および装置はGPS衛星に関して説明されているけれども、教示がプセドライトあるいは衛星およびプセドライトの組み合わせを利用する位置決めシステムと同様に応用可能であることが分かる。プセドライトは、通常GPS時間と同期するLバンドキャリア信号で変調されたPNコード（GPS信号と同様である）を放送する地上ベース送信機である。各送信機は、遠隔受信機によって識別を可能にするように固有PNコードを割り当てられてもよい。プセドライトは、トンネル、鉱山、建物あるいは他の閉鎖エリアのような軌道を回っている衛星からのGPS信号が利用できない場合に役に立つ、ここで使用されるような用語「衛星」は、プセドライトあるいはプセドライトの均等物を含むことを意図され、ここで使用されるような用語GPS信号は、プセドライトあるいはプセドライトの均等物からのGPSに類似した信号を含むことを意図されている。

【0055】

前述の議論において、本発明は、米国のグローバルポジショニング衛星（GPS）システムの用途を参照して説明される。しかしながら、これらの方法は、類似の衛星位置決めシステム、特にロシアのグロナスシステムと同様に応用可能であることは明白であるべきである。このグロナスシステムは、異なる衛星からの放射が異なる擬似ランダムコードを使用するよりもむしろわずかに異なる周波数を利用することによって互いに差がとられる点でGPSシステムと主に異なる。ここで使用される「用語」は、ロシアのグロナスシステムを含むこのような他の衛星位置決めシステムを含む。

【0056】

前述の明細書では、本発明は、本発明の特定の典型的な実施形態を参照して説明された。しかしながら、いろいろの修正および変更は、添付された特許請求の範囲に詳述される本発明のより広い精神および範囲から逸脱しないでこれに対して行われてもよいことは明らかである。この明細書および図面は、したがって、制限的な意味よりも例示の意味で考察されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明と併用されてもよいSPS受信機の例を示している。

【図2】

本発明の一例による制限されたPN探索距離の絵で表した図である。

【図3】

本発明による方法の例を示すフローチャートを示す。

【図4】

本発明と併用されてもよい無線セルベース通信システムの例を示している。

【図5】

本発明の1例によるSPS補助データを移動SPS受信機に供給するために使用されてもよい位置探知サーバの例を示している。

【図6】

位置探知サーバと併用されてもよいSPS受信機の例を示す。

【図7】

図4に示された位置探知サーバと併用されてもよい基準GPS受信機の例を示す。

【図8】

本発明の一態様により使用されてもよいセルベース情報源の例を示している。

【図9】

位置探知サーバが本発明の一例によりSPS補助情報を供給する本発明による他の方法を示すフローチャートである。

【図10】

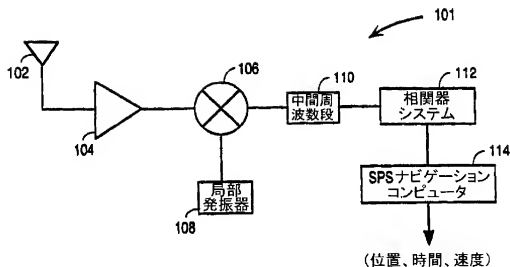
本発明のいろいろの例による探索時間を減らす他の方法を示す表である。これらの方法も組み合わせて使用されてもよい。

【符号の説明】

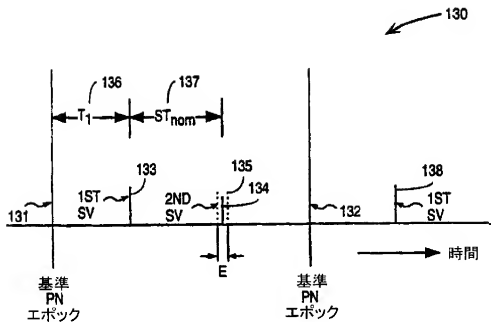
10…セルベース通信システム 11…セルサービスエリア 12…セル 13a…アンテナ 13b…接続部 13. 15…セルサイト 16…GPS受信機 18…セル 19…セルサイト 21…セルサイト 21b…接続部 22…受信機 24…セルラ交換局 24b…セルラ交換局 25b…接続部 26

…遠隔データ処理システム 27…接続部 28…ネットワーク 29…合わせ
 端末 32…GPS基準ネットワーク 50…GPSサーバ 51…データ処理
 装置 52, 53…インタフェース 54…他の通信インタフェース 55…大
 容量記憶装置 56…GPS受信機 60, 62…ネットワーク 64…ネット
 ワーク 75…システム 76…GPS受信機 77…GPSアンテナ 78…
 通信トランシーバ 79…通信システムアンテナ 80…接続部 90…GPS
 基準局 91…アンテナ 92…GPS基準受信機 94…衛星メッセージデー
 タ出力 95…プロセッサ・ネットワークインタフェース 96…通信ネットワ
 ーク 101…受信機 102…アンテナ 104…低雑音増幅器 106…ミ
 キサ 108…局部発振器 110…中間周波数段 112…相関器システム
 114…SPSナビゲーションコンピュータ 131…PNエポック 135…
 エリア 163, 165…処理ブロック 201…セルベース情報源 208a
 …セルサイト識別子

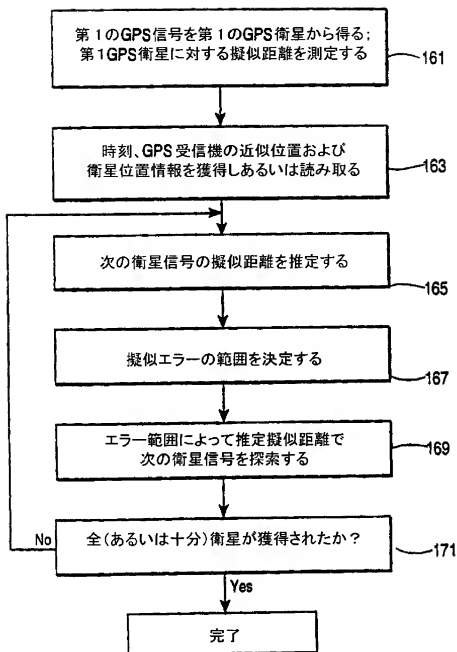
【図1】



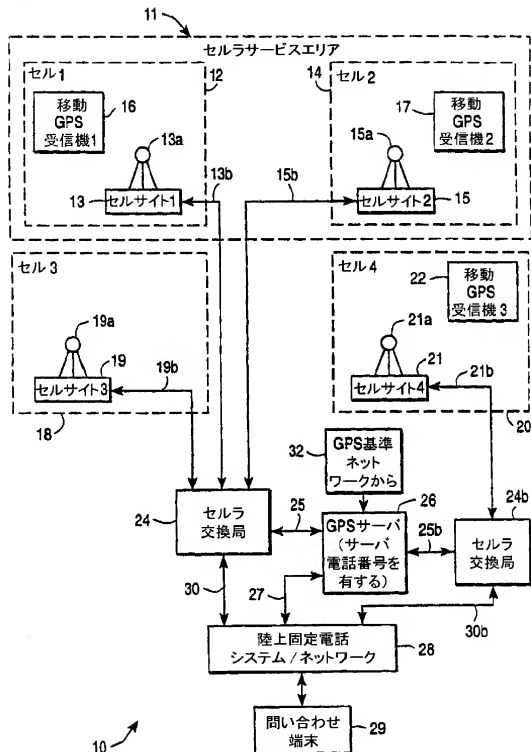
【図2】



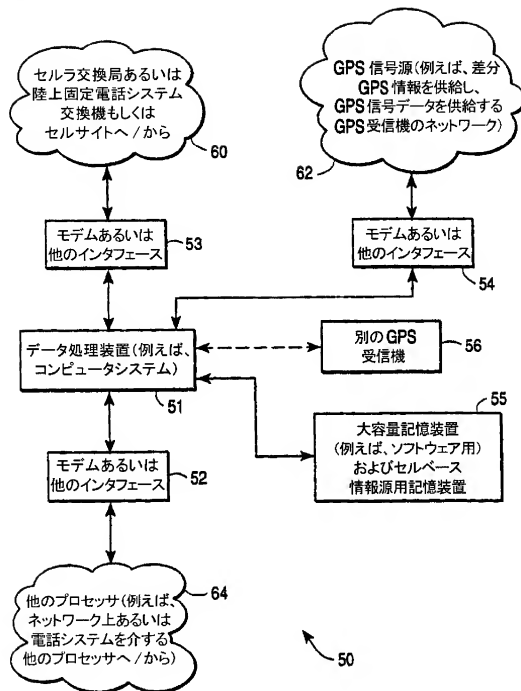
【図3】



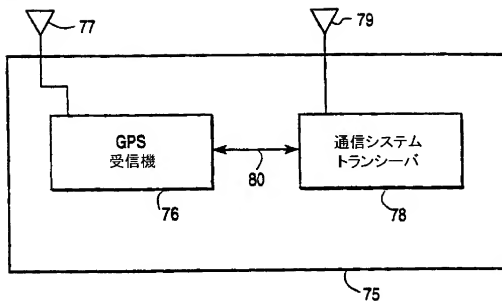
【図4】



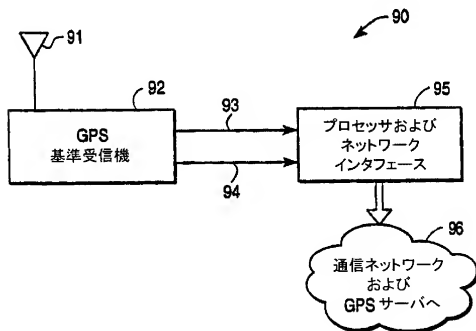
【図5】



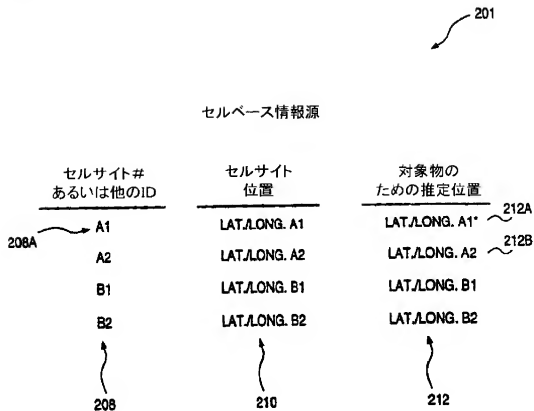
【図6】



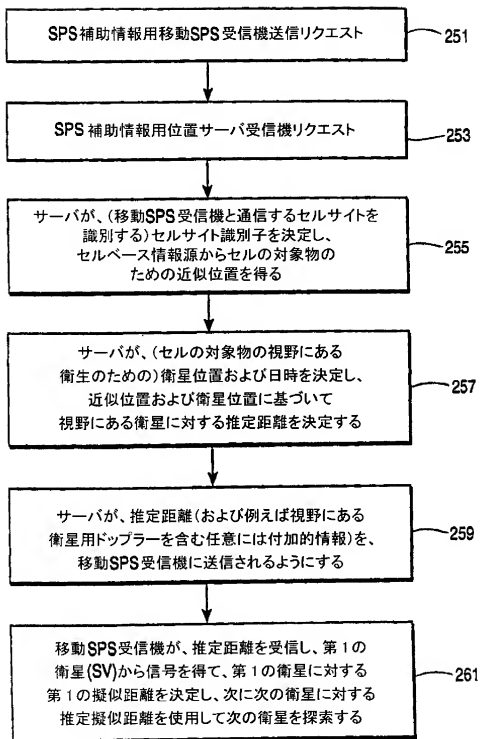
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

| SPS受信機の 時間情報の精度 | 位置情報 | | |
|--------------------|----------------------------------|---|-------------------|
| | (外部源からの) 天体位置表＋ SPS受信機近似位置 | 天文暦＋SPS受信機 近似位置、(SPSで あるいは外部 “サーバ”から受信された) | (外部源からの) 衛星距離式 |
| 精度 (1ミリ秒未満) 320 | 314 | 316 | 318 |
| 302 | 322 | 324 | 326 |
| 304 | 330 | 332 | 334 |
| 306 | 308 | 310 | 312 |

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/US 99/16111

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 60155/14 60155/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both international classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 6015

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the list of documents searched

Electronic data bases consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Citation ¹ | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------------------|--|---|
| X | US 5 365 450 A (SCHUCHMAN LEONARD ET AL) 15 November 1994 (1994-11-15) | 1-5, 12-17, 23, 38, 41, 46, 49-53, 60-65, 71, 82, 83 |
| Y | column 2, line 29 - column 3, line 12 | 6-10, 18-22, 24-29, 39, 40, 42-45, 47, 48, 54-58, 66-70, 72-75, 78-81, 84, 85, 97, 98, |
| - / - - | | |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex

¹ Special categories of cited documents

"A" document defining the general state of the art which is not considered in the prior art relevance

"E" earlier document(s) published on or after the international filing date

"L" document which may raise doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another claim or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the disclosure but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be carried out without reference to the document(s) cited alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be carried out without reference to the document(s) cited alone in combination with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"S" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 February 2000

Date of making of the international search report

25.02.2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.O. Box 5010, Patentweg 2
8550 - 2280 IP Rijswijk
Tel. (+31-70) 240-2040, Te. 31 651 601
Fax. (+31-70) 240-2040

Authorized officer

Roost, J

9

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1999)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. appl. No.
PCT/US 99/16111

C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|----------|---|--|
| A | column 4, line 8 - line 46 column 5, line 36 - line 57 column 6, line 17 - line 36 column 7, line 12 - line 27 ----- | 101, 110, 111 25, 30, 36, 73, 84, 86-89, 97, 103, 109 |
| X | EP 0 679 903 A (CATERPILLAR INC) 2 November 1995 (1995-11-02) | 30, 103 |
| Y | page 7, line 7 - line 13 ----- | 25-29, 31-37, 73-75, 84, 85, 97, 98, 101, 104-108, 110, 111 86-89, 95, 96 |
| A | page 7, line 47 - line 52 page 12, line 7 - line 14 page 15, line 24 - line 29 page 18, line 10 - line 12 page 20, line 49 - page 21, line 10 page 21, line 45 - line 57 page 24, line 16 - line 44 page 25, line 26 - line 54 page 26, line 42 - line 46 figures 1, 7, 8 ----- | |
| Y | WO 98 25157 A (SNAPTRACK INC) 11 June 1998 (1998-06-11) | 6-10, 18-22, 24, 31-37, 42-45, 54-58, 66-70, 72, 104-108 84, 90-93, 95, 97, 103, 109 |
| A | page 4, paragraph 1 - page 6, paragraph 2 page 12, paragraph 1 - page 13, paragraph 3 page 18, paragraph 2 - page 19, paragraph 1 page 20, paragraph 3 - page 21, paragraph 1 page 25, paragraph 2 - paragraph 3 figures claim 28 ----- -/- | |

Form PCT/IS/A/310 (continuation of form and sheet) (July 1993)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Int. Patent Application No.
PCT/US 99/16111

C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication where appropriate of the relevant passages | Relevant to Claim No. |
|----------|--|--|
| Y | WO 98 25158 A (SNAPTRACK INC) 11 June 1998 (1998-06-11) abstract | 39, 47, 48, 79-81 99, 100, 113, 114 |
| A | page 13, paragraph 2 - paragraph 4 ----- | |
| Y | WO 97 33382 A (SNAPTRACK INC ; KRASNER NORMAN F (US)) 12 September 1997 (1997-09-12) | 40, 78 |
| A | page 4, paragraph 2 - paragraph 3 ----- | 8, 10, 20-22, 41-45, 57, 58, 68-70, 82, 102, 112 |
| | page 14, paragraph 3 page 15, paragraph 1 - paragraph 3 page 16, paragraph 3 - page 17, paragraph 1 page 18, paragraph 2 page 23, paragraph 2 - page 24, paragraph 3 ----- | |
| X, P | WO 99 19743 A (ERICSSON GE MOBILE INC) 22 April 1999 (1999-04-22) | 1-24, 38, 39, 41, 42, 44, 48-50, 52-63, 65-72, 76, 77, 79, 81, 83 |
| | page 1, line 5 - line 11 page 3, line 24 - page 4, line 18 page 5, line 3 - page 8, line 9 page 8, line 26 - page 9, line 8 page 9, line 28 - page 11, line 28 page 14, line 3 - line 34 figure 1 ----- | |
| X, P | EP 0 902 554 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 17 March 1999 (1999-03-17) | 49, 50, 52-54, 56, 58-63, 65, 66, 68, 70, 71, 79, 80, 83 |
| A | column 2, line 41 - column 3, line 41 ----- | 1, 14, 23, 39, 44, 47, 81 |
| | column 5, line 19 - line 46 column 6, line 23 - column 7, line 16 ----- | |
| | ----- -/- | |

B

Form PCT/ISA/219 (cont.) (supplemental sheet) (July 1998)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter- national Application No.
PCT/US 99/16111

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|----------|--|-----------------------|
| A | WO 98 32027 A (MOTOROLA INC) 23 July 1998 (1998-07-23) abstract page 8, line 3 - line 6 page 9, line 1 - line 13 | 49, 62, 71, 96 |
| A | US 5 459 763 A (HORI KATSUYA ET AL) 17 October 1995 (1995-10-17) column 3, line 6 - line 19 column 4, line 7 - line 35 column 6, line 24 -column 7, line 31 ----- | 1 |

8

Form PCT/ISA/219 (continuation of second sheet) (July 1998)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US 99/16111

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 8.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this International application, as follows:

see additional sheet

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. Claims: 1-24, 38, 40, 41, 46, 49-72, 76-78, 82, 83

1.1. Claims: 1-8, 10-24, 38, 41, 46, 49-72, 76, 77, 82, 83

These claims concern obtaining the approximate location of the SPS receiver from a cell based information source and providing it to the processor in the SPS receiver via a communication system

1.2. Claim : 9

This claim concern receiving a precision carrier frequency signal from which a reference signal is derived that is used to provide a local oscillator signal to acquire SPS signals

1.3. Claims: 40,78

These claims concern the use of a matched filter to acquire SPS signals

2. Claims: 25-37, 73-75, 84-114

These claims concern determining an estimate for a pseudorange (from a set of mathematical descriptions) and providing it to the (processor of the) SPS receiver via a (cell based) communication system

3. Claims: 39, 47, 48, 79-81

These claims concern determining time at the SPS receiver from a communication signal in a cell based communication system

4. Claims: 42-45

These claims concern obtaining almanac or ephemeris data from a reference SPS network or from an SPS reference receiver at a cell site

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
 Information on patent family members

 Info. on Application No.
PCT/US 99/16111

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|------------------|
| US 5365450 A | 15-11-1994 | AU 6226794 A | 19-07-1994 |
| | | BR 9307686 A | 08-09-1999 |
| | | CA 2152052 A | 07-07-1994 |
| | | WO 9415412 A | 07-07-1994 |
| | | US 5422813 A | 06-05-1995 |
| | | US 5726893 A | 10-03-1998 |
| EP 0679903 A | 02-11-1995 | WO 9109375 A | 27-06-1991 |
| | | EP 0608005 A | 27-07-1994 |
| | | EP 0604404 A | 29-06-1994 |
| | | EP 0679975 A | 02-11-1995 |
| | | EP 0679973 A | 02-11-1995 |
| | | EP 0679904 A | 02-11-1995 |
| | | EP 0679974 A | 02-11-1995 |
| | | EP 0679976 A | 02-11-1995 |
| | | AU 642638 B | 28-10-1993 |
| | | AU 683495 B | 13-11-1997 |
| | | AU 7749194 A | 05-01-1995 |
| | | CA 2071831 A | 12-06-1991 |
| | | DE 69028274 D | 02-05-1996 |
| | | DE 69032415 D | 16-07-1998 |
| | | DE 69032415 T | 11-02-1999 |
| | | EP 0507845 A | 14-10-1992 |
| | | EP 0936516 A | 18-08-1999 |
| | | EP 0936517 A | 18-08-1999 |
| | | EP 0936518 A | 18-08-1999 |
| | | EP 0936519 A | 18-08-1999 |
| | | EP 0936520 A | 18-08-1999 |
| | | EP 0936521 A | 18-08-1999 |
| | | WO 9109275 A | 27-06-1991 |
| | | US 5555503 A | 10-09-1996 |
| | | US 5610815 A | 11-03-1997 |
| WO 9825157 A | 11-06-1998 | US 5841396 A | 24-11-1998 |
| | | AU 2070297 A | 22-09-1997 |
| | | AU 5587698 A | 29-06-1998 |
| | | AU 5588898 A | 29-06-1998 |
| | | EP 0885492 A | 23-12-1998 |
| | | EP 0950194 A | 20-10-1999 |
| | | EP 0941487 A | 15-09-1999 |
| | | WO 9733382 A | 12-09-1997 |
| | | WO 9825158 A | 11-06-1998 |
| | | US 5945944 A | 31-08-1999 |
| WO 9825158 A | 11-06-1998 | US 5841396 A | 24-11-1998 |
| | | US 5945944 A | 31-08-1999 |
| | | AU 2070297 A | 22-09-1997 |
| | | AU 5587698 A | 29-06-1998 |
| | | AU 5588898 A | 29-06-1998 |
| | | EP 0885492 A | 23-12-1998 |
| | | EP 0950194 A | 20-10-1999 |
| | | EP 0941487 A | 15-09-1999 |
| | | WO 9733382 A | 12-09-1997 |
| | | WO 9825157 A | 11-06-1999 |
| WO 9733382 A | 12-09-1997 | US 5874914 A | 23-02-1999 |
| | | US 5841396 A | 24-11-1998 |
| | | AU 2070297 A | 22-09-1997 |

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2002)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
 Information on patent family members

 Note: International Application No.
 PCT/US 99/16111

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|------------------|
| WO 9733392 A | | AU 7662096 A | 30-04-1997 |
| | | CA 2230841 A | 17-04-1997 |
| | | CN 1211324 A | 17-03-1999 |
| | | EP 0855039 A | 29-07-1998 |
| | | EP 0885492 A | 23-12-1998 |
| | | JP 11513787 T | 24-11-1999 |
| | | WO 9714049 A | 17-04-1997 |
| | | US 6002363 A | 14-12-1998 |
| | | US 5945944 A | 31-08-1999 |
| | | AU 5587698 A | 29-06-1998 |
| | | AU 5588898 A | 29-06-1998 |
| | | EP 0950194 A | 20-10-1999 |
| | | EP 0941487 A | 15-09-1999 |
| | | WO 9825157 A | 11-06-1998 |
| | | WO 9825158 A | 11-06-1998 |
| WO 9913743 A | 22-04-1999 | AU 1086499 A | 03-05-1999 |
| EP 0902554 A | 17-03-1999 | CA 2245798 A | 11-03-1999 |
| | | JP 11160412 A | 18-06-1999 |
| WO 9832027 A | 23-07-1998 | US 5893044 A | 06-04-1999 |
| | | EP 0895601 A | 10-02-1999 |
| US 5459763 A | 17-10-1995 | JP 2900571 B | 02-06-1999 |
| | | JP 5150031 A | 18-06-1993 |
| | | AU 654218 B | 27-10-1994 |
| | | AU 2855592 A | 03-06-1993 |

Form PCT/ISA/610 (patent family annex) (July 1999)

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW

【要約の続き】

は、得られる第1のSPS衛星に対する推定概似距離を決定するために衛星位置を示す情報および近似位置を示す情報と併用されてもよい。

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第1区分

【発行日】平成18年1月12日(2006.1.12)

【公表番号】特表2002-532724(P2002-532724A)

【公表日】平成14年10月2日(2002.10.2)

【出願番号】特願2000-588618(P2000-588618)

【国際特許分類】

G 0 1 S 5/14 (2006.01)

【F I】

G 0 1 S 5/14

【手続補正書】

【提出日】平成17年11月17日(2005.11.17)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 9

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 9】

図1は、本発明と併用されてもよいGPS受信機のようなSPS受信機の例を示す。この受信機101は、SPS信号を受信するアンテナ102を含んでいる。アンテナ102からのSPS信号は、この信号を増幅する低雑音増幅器104に供給される。この信号は、次に局部発振器108によってクロックされるミキサ106に供給される。このミキサ106は、中間周波数段110によって処理され、相関器システム112に供給されるダウン変換されたSPS信号を発生する。この相関器システム112はSPSナビゲーションコンピュータ114に結合される。このSPSナビゲーションコンピュータ114は、SPS信号が得られ、追跡され、次に衛星天体位置推算表データがSPS受信機の位置を決定するためにSPS信号から読みとられるように、一般的には相関器システム112および局部発振器108の動作を制御している。この受信機101は、例えば、SPS信号をこの衛星から得る時間を減らすために特定の衛星に対する推定擬似距離を使用することによって本発明により使用されてもよい。一般的には、このようなSPS受信機は、後述されるように位置補助情報あるいは時刻情報を受信する通信受信機を含み、この情報は、次に本発明によりこの情報を使用し、探索時間を減らし、SPS信号をSPS衛星から得るSPSナビゲーションコンピュータ114に供給される。本発明は、異なる受信機アーキテクチャを有し、例えば従来の相関器受信機システムを含むSPS受信機、畳み込みアルゴリズムを有するデジタル信号プロセッサを有する受信機(例えば、米国特許第5,663,734号を参照)、整合フィルタを使用する受信機(2001年9月11日に発行された米国特許第6,289,041号、表題“Fast Acquisition, High Sensitivity GPS Receiver”参照)、高並列相関を使用する受信機(2001年3月27日に発行された米国特許第6,208,291号、表題“Highly Parallel GPS Correlator System and Method”参照; 1997年10月30日に公表されたPCT国際公表第WO 97/40398号も参照)と併用されてもよい。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 5】

局部発振器の不安定性によるエラーが第1の衛星の捕捉時間を支配しない場合、上記の

方式は特に有利である。したがって、探索時間は、衛星ドップラーおよびもちろん未知 P N エポックにわたる探索によって支配される。したがって、前述された方式は、M に近く量だけ全衛星の捕捉時間を潜在的に減らすことができる。ここで、M は捕捉される衛星の数である。さらに、本発明のいろいろの方法および装置は、1999 年 2 月 23 日に発行された米国特許第 5,874,914 号、表題 “GPS Receiver Utilizing a Communication Link” および 1998 年 11 月 24 日に発行された米国特許第 5,841,396 号、表題 “GPS Receiver Utilizing a Communication Link” (これらの出願の両方とも引用文献としてここに組み込まれている) に記載されているこれらの技術のように、GPS 信号を得るために使用される安定した局部発振器信号を供給する技術と併用されてよい。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0040

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0040】

図 6 は、GPS 受信機および通信システムトランシーバを含む一般化された結合システムを示している。一例では、通信システムトランシーバは、セルラ電話（ときにはセルラ電話あるいは PCS 電話とも呼ばれる）である。システム 75 は、アンテナ 77 を有する GPS 受信機 76 と通信アンテナ 79 を有する通信受信機 78 とを含んでいる。GPS 受信機 76 は、図 6 に示された接続部 80 を通じて通信トランシーバ 78 に結合される。本発明の例による動作の 1 つのモードでは、通信システムトランシーバ 78 は、アンテナ 79 を通じて近似ドップラーおよび推定擬似距離情報を受信し、この近似ドップラーおよび推定擬似距離情報をリンク 80 により GPS 受信機 76 に供給し、それは GPS 信号を GPS アンテナ 77 を通じて GPS 衛星から受信することによって擬似距離決定を実行する。次に、決定された擬似距離は、通信システムトランシーバ 78 を通じて図 4 に示された GPS サーバのような位置探知サーバに送信される。一般的には、通信システムトランシーバ 78 は、アンテナ 79 を通じて信号をセルサイトに送信する。このセルサイトは、次にこの情報を転送し、図 4 の GPS サーバ 26 のような GPS サーバに戻す。このシステムのためのいろいろな受信機の一例は当該分野で公知である。例えば、米国特許第 5,663,734 号は、改良された GPS 受信機システムを利用する結合された GPS 受信機および通信システムの一例を示している。結合された GPS および通信システムの他の例は、1999 年 12 月 14 日に発行された米国特許第 6,002,363 号、表題 “Combined GPS Positioning System and Communications System Utilizing Shared Circuitry” に示される。GPS 受信機のいろいろの異なるアーキテクチャは、本発明と併用されてよい。すなわち、本発明のいろいろの例は、従来の単一あるいは並列のチャネル相関器 SPS 受信機、ディジタル信号プロセッサを相関アルゴリズムと併用する SPS 受信機（例えば、米国特許第 5,663,734 号を参照）、整合ファイルを使用する SPS 受信機（例えば、出願がこれによって引用文献としてここに組み込まれる、2001 年 9 月 11 日に発行された米国特許第 6,289,041 号、表題 “Fast Acquisition, High Sensitivity GPS Receiver” を参照）および上記に参照された受信機のような高い並列相関システムを使用する SPS 受信機と併用されてよい。図 6 のシステムならびに SPS 受信機を有する多数の他の通信システムは、本発明の GPS 基準ネットワークあるいはネットワークの一部でない SPS サーバ（例えば、サーバに時間情報および衛星位置情報を供給する基準 GPS 受信機を有するセルサイトのサーバ）とともに作動するように本発明の方法と使用されてよい。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0043】

本発明のある種の実施形態では、衛星メッセージデータの所定のセグメントだけが、ネットワークインタフェースおよび通信ネットワークに対するバンド幅要件を低下させるために位置探知サーバに送信されてもよい。さらに、このデータは連続して供給される必要がなくてもよい。例えば、全ての5つのフレームよりもむしろ天体位置推算表方程式と一緒に含む第1の3つのフレームだけが通信ネットワーク96に送信されてもよい。本発明の一実施形態では、位置探知サーバは、1998年9月22日に発行された米国特許第5,812,087号、表題“Method and Apparatus For Satellite Positioning System Based Time Measurement”に記載された方法のような衛星データメッセージに関連した時間を測定する方法を実行するために1つあるいはそれ以上のGPS基準受信機から送信された衛星メッセージデータを使用してもよいことが分かる。GPS基準受信機92が衛星天体位置推算表データを含む2進データ出力94を供給するために基準受信機92が見える所にある異なるGPS衛星とは異なるGPS信号を復号化したことも分かる。

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第1区分

【発行日】平成18年8月24日(2006.8.24)

【公表番号】特表2002-532724(P2002-532724A)

【公表日】平成14年10月2日(2002.10.2)

【出願番号】特願2000-588618(P2000-588618)

【国際特許分類】

G 0 1 S 5/14 (2006.01)

【F I】

G 0 1 S 5/14

【手続補正書】

【提出日】平成18年7月6日(2006.7.6)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 衛星位置決めシステム(S P S)受信機で衛星位置決めシステム(S P S)信号を得る探索時間を減少させる方法であって、

第1のS P S衛星に対する第1の擬似距離を決定し、

前記S P S受信機の近似位置を決定し、

第2のS P S衛星に対する第2の擬似距離のための推定擬似距離を決定し、前記推定擬似距離が、前記近似位置および前記第1の擬似距離から決定され、

前記推定擬似距離によって決定された距離にある前記第2のS P S衛星からのS P S信号の到達時間を探索することを含む方法。

【請求項2】 時間情報を決定し、

前記第2の衛星の衛星位置を決定することをさらに含み、前記推定擬似距離が、前記近似位置および前記衛星位置から決定される請求項1記載の方法。

【請求項3】 前記探索時間が前記S P S信号を最初に得るためのものであり、かつ前記推定擬似距離が前記第2のS P S衛星のための予め決定された擬似距離に基づかなくて、かつ前記探索時間が前記推定擬似距離によって決定された時間間隔以上であり、かつ前記時間情報が、±10分内の精度である近似時刻であり、かつ前記推定擬似距離が、前記S P S衛星からのS P S信号の推定到達時間あるいは前記S P S受信機からの前記S P S衛星に対する推定距離の中の1つである請求項2記載の方法。

【請求項4】 前記距離が、前記近似位置および前記時間情報および前記衛星位置の少なくとも1つに関連したエラーに基づいている請求項2記載の方法。

【請求項5】 前記距離が、前記第1の擬似距離および前記S P S受信機の基準時間に対して決定される請求項2記載の方法。

【請求項6】 前記近似位置が、セルベース情報源から得られる請求項2記載の方法。

【請求項7】 前記近似位置が、前記セルベース情報源から前記S P S受信機で受信される請求項6記載の方法。

【請求項8】 前記セルベース情報源が位置探知サーバに結合され、かつ前記近似位置がセルベース通信システムのセル対象物の位置を示す請求項6記載の方法。

【請求項9】 高精度搬送波信号を供給する供給源から前記高精度搬送波信号を受信し、

前記高精度搬送波信号に自動的にロックし、かつ基準信号を供給し、

局部発振器信号を供給し、SPS信号を得るために前記基準信号を使用することをさらに含む請求項2記載の方法。

【請求項10】 前記位置探知サーバが、前記SPS受信機に結合される無線通信システムと無線通信している無線セルサイトの識別を決定することによって前記近似位置を前記セルベース情報源から決定する請求項8記載の方法。

【請求項11】 前記位置探知サーバが前記推定擬似距離を決定する請求項10記載の方法。

【請求項12】 第3のSPS衛星に対する第3の擬似距離のための他の推定擬似距離を決定し、

前記第3のSPS衛星の他の衛星位置を決定することをさらに含み、前記他の推定擬似距離が、前記近似位置および前記他の衛星位置から決定される請求項2記載の方法。

【請求項13】 前記他の推定擬似距離によって決定された距離にある前記第3のSPS衛星からSPS信号を探索することをさらに含む請求項12記載の方法。

【請求項14】 SPS受信機で衛星位置決めシステム（SPS）信号を最初に得る方法であって、

第1のSPS衛星に対する第1の擬似距離を決定し、

前記SPS受信機の近似位置を決定し、

第2のSPS衛星に対する第2の擬似距離のための推定擬似距離を決定し、前記推定擬似距離が、前記近似位置および前記第1の擬似距離から決定され、

前記推定擬似距離によって決定された距離にある前記第2のSPS衛星からのSPS信号の到達時間を探索することを含む方法。

【請求項15】 時間情報を決定し、

前記第2の衛星の衛星位置を決定することをさらに含み、前記推定擬似距離が、前記近似位置および前記衛星位置から決定される請求項14記載の方法。

【請求項16】 前記探索時間が前記SPS信号を最初に得るためにあり、かつ前記推定擬似距離が前記第2のSPS衛星のための予め決定された擬似距離に基づかない請求項15記載の方法。

【請求項17】 前記距離が、前記第1の擬似距離および前記SPS受信機の基準時間に対して決定される請求項15記載の方法。

【請求項18】 前記近似位置がセルベース情報源から得られる請求項15記載の方法。

【請求項19】 前記近似位置が、前記セルベース情報源から前記SPS受信機で受信される請求項18記載の方法。

【請求項20】 前記セルベース情報源が位置探知サーバに結合され、かつ前記近似位置がセルベース通信システムのセル対象物の位置を示している請求項18記載の方法。

【請求項21】 高精度搬送波信号を供給する供給源から前記高精度搬送波信号を受信し、

前記高精度搬送波信号に自動的にロックし、かつ基準信号を供給し、

局部発振器信号を供給し、SPS信号を得るために前記基準信号を使用することをさらに含む請求項20記載の方法。

【請求項22】 前記位置探知サーバが、前記SPS受信機に結合される無線通信システムと無線通信している無線セルサイトの識別を決定することによって前記近似位置を前記セルベース情報源から決定する請求項20記載の方法。

【請求項23】 SPS信号を受信するように構成されるSPSアンテナと、

前記SPSアンテナに結合されたプロセッサとを備え、前記プロセッサが、第1のSPS衛星に対する第1の擬似距離を決定し、かつ第2のSPS衛星に対する推定擬似距離によって決定された距離にある前記第2のSPS衛星からのSPS信号の到達時間を探索し、前記推定擬似距離が、前記SPS受信機の近似位置および前記第1の擬似距離から決定される衛星位置決めシステム（SPS）受信機。

【請求項24】 前記プロセッサに結合された通信システムをさらに含み、前記通信

システムが、前記近似位置を前記プロセッサに供給する請求項2記載のSPS受信機。

【請求項25】 前記プロセッサに結合されたセルベース通信システムをさらに含み、前記セルベース通信システムが、前記推定擬似距離を受信し、かつ前記推定擬似距離を前記プロセッサに供給する請求項23記載のSPS受信機。

【請求項26】 推定擬似距離が、前記近似位置および前記第2のSPS衛星の衛星位置から決定される請求項25記載のSPS受信機。

【請求項27】 前記推定擬似距離が、前記第2のSPS衛星に対する予め決定された擬似距離に基づかない請求項25記載のSPS受信機。

【請求項28】 前記距離が、前記第1の擬似距離および前記SPS受信機の基準時間に対して決定される請求項25記載のSPS受信機。

【請求項29】 前記プロセッサが、第3のSPS衛星に対する他の推定擬似距離によって決定された距離にある第3のSPS衛星からのSPS信号を探索し、前記推定擬似距離が前記SPS受信機の前記近似位置から決定される請求項28記載のSPS受信機。

【請求項30】 通信インタフェースと、

記憶装置と、

前記記憶装置および前記通信インタフェースに結合されたプロセッサとを備え、前記プロセッサが、前記通信インタフェースを通してデジタル処理システムと通信できる移動衛星位置決めシステム（SPS）受信機の近似位置を決定し、かつ前記プロセッサが、第1のSPS衛星に対する第1の擬似距離のための推定擬似距離を決定し、前記推定擬似距離が、前記近似位置および前記第1のSPS衛星の衛星位置から決定され、かつ前記推定擬似距離が、前記通信インタフェースを通して前記移動SPS受信機に送信されるデジタル処理システム。

【請求項31】 前記近似位置が、前記記憶装置に記憶されたセルベース情報源から得られる請求項30記載のデジタル処理システム。

【請求項32】 前記セルベース情報源が、無線セルベース通信システムのセルの対象物に対して近似位置情報を供給する請求項31記載のデジタル処理システム。

【請求項33】 前記近似位置が、無線セルベース通信システムのセル対象物の位置を示している請求項31記載のデジタル処理システム。

【請求項34】 前記セル対象物が、前記無線セルベース通信システムの無線セルサイトである請求項33記載のデジタル処理システム。

【請求項35】 前記近似位置が、前記移動SPS受信機に結合された無線通信システムと無線通信している無線セルサイトの識別を決定することにより、前記セルベース情報源から決定される請求項33記載のデジタル処理システム。

【請求項36】 データ処理システムによって実行されるとき、

移動衛星位置決めシステム（SPS）受信機の近似位置を決定し、

第1のSPS衛星に対する第1の擬似距離のための推定擬似距離を決定し、前記推定擬似距離が、前記近似位置および前記第1のSPS衛星の衛星位置から決定され、

前記推定擬似距離を前記移動SPS受信機に送信することを含む方法を前記データ処理システムに実行させる実行可能なコンピュータプログラム命令を含むコンピュータ可読媒体。

【請求項37】 前記方法がさらに、

第2のSPS衛星に対する第2の擬似距離のための他の推定擬似距離を決定することを含み、前記他の推定擬似距離が、前記近似位置および前記第2のSPS衛星の他の衛星位置から決定され、かつ前記近似位置が、前記移動SPS受信機に結合された無線通信システムと無線通信している無線セルサイトの識別を決定することによって前記セルベース情報源から決定される請求項36記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項38】 前記時間情報が、10分よりよい精度を有する前記SPS受信機の近似時刻であり、かつ前記衛星位置が、前記SPS受信機によって見ることができるSPS衛星のセットに対応する天体位置推算表データのセットを送信する外部源から決定される請求項2記載の方法。

【請求項 3 9】 前記 S P S 受信機が、セルベース通信システムの通信信号から前記時間情報を決定する請求項 2 記載の方法。

【請求項 4 0】 前記 S P S 受信機が、S P S 信号を得るために整合フィルタを使用する請求項 2 記載の方法。

【請求項 4 1】 前記衛星位置が、(a) 前記 S P S 受信機によって見ることができ S P S 衛星のセットに対応する天体位置推算表データのセット、あるいは (b) 前記 S P S 受信機によって見ることができ S P S 衛星のセットに対応する天体暦データのセットの少なくとも 1 つを含む請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4 2】 前記天体位置推算表データのセットが S P S 受信機の基準ネットワークから得られる請求項 4 1 記載の方法。

【請求項 4 3】 前記天体暦データのセットが S P S 受信機の基準ネットワークから得られる請求項 4 1 記載の方法。

【請求項 4 4】 前記天体位置推算表データのセットが、前記 S P S 受信機と通信しているセルサイトで S P S 基準受信機から得られる請求項 4 1 記載の方法。

【請求項 4 5】 前記天体暦データのセットが、前記 S P S 受信機と通信しているセルサイトで S P S 基準受信機から得られる請求項 4 1 記載の方法。

【請求項 4 6】 前記天体暦データのセットが、S P S 衛星からの S P S 信号から前記 S P S 受信機によって得られる請求項 4 1 記載の方法。

【請求項 4 7】 前記セルベース通信システムが、C D M A (符号分割多元接続) システムである請求項 3 9 記載の方法。

【請求項 4 8】 前記時刻を決定するステップが、セルベース通信リンクを介して前記 S P S 受信機によって受信されたセルラ通信信号に提供する時刻メッセージを読み取ることによって実行される請求項 3 9 記載の方法。

【請求項 4 9】 衛星位置決めシステム (S P S) 受信機の衛星位置決めシステム (S P S) 信号を得る探索時間を減少させる方法であって、

前記 S P S 信号のフレーム期間よりよい精度に前記 S P S 受信機で時刻を決定し、

前記 S P S 受信機の近似位置を決定し、

少なくとも 1 つの S P S 衛星に対する推定疑似距離を決定し、前記推定疑似距離が、前記近似位置および衛星位置データおよび前記時刻から決定され、

前記推定疑似距離によって決定された距離の前記 S P S 衛星からの S P S 信号の到達時間を探索することを含む方法。

【請求項 5 0】 前記衛星位置データが外部源から受信される請求項 4 9 記載の方法。

【請求項 5 1】 前記探索時間が、前記 S P S 信号を最初に得るためのものであり、かつ前記推定疑似距離が、前記 S P S 衛星に対する予め決定された疑似距離に基づいていなくて、かつ前記衛星位置データが、前記 S P S 受信機によって見ることができ S P S 衛星のセットに対応する天体暦データのセットを含む請求項 5 0 記載の方法。

【請求項 5 2】 前記距離が、前記近似位置および前記時刻および前記衛星位置データの少なくとも 1 つと関連するエラーに基づいている請求項 5 0 記載の方法。

【請求項 5 3】 前記衛星位置データが、前記 S P S 受信機によって見ることができ S P S 衛星のセットに対応する天体位置推算表データのセットを含む請求項 5 0 記載の方法。

【請求項 5 4】 前記近似位置が、セルベース情報源から得られ、かつ前記外部源が、(a) S P S 衛星あるいは (b) セルベース通信システムの中の少なくとも 1 つである請求項 5 0 記載の方法。

【請求項 5 5】 前記近似位置が、前記セルベース情報源から前記 S P S 受信機で受信される請求項 5 4 記載の方法。

【請求項 5 6】 前記セルベース情報源が位置探知サーバに結合され、かつ前記近似位置がセルベース通信システムのセル対象物の位置を示している請求項 5 4 記載の方法。

【請求項 5 7】 高精度搬送波信号を供給する供給源から前記高精度搬送波信号を受

信し、

前記高精度搬送波信号に自動的にロックし、かつ基準信号を供給し、

局部発振器信号を供給し、SPS信号を得るために前記基準信号を使用することをさらに含む請求項56記載の方法。

【請求項58】 前記位置探知サーバが、前記SPS受信機に結合される無線通信システムと無線通信している無線セルサイトの識別を決定することによって前記近似位置を前記セルベース情報源から決定する請求項56記載の方法。

【請求項59】 前記位置探知サーバが前記推定擬似距離を決定する請求項58記載の方法。

【請求項60】 他のSPS衛星に対する他の擬似距離のための他の推定擬似距離を決定し、

前記他のSPS衛星の他の衛星位置を決定することをさらに含み、前記他の推定擬似距離が、前記近似位置および前記他の衛星位置から決定される請求項50に記載の方法。

【請求項61】 前記他の推定擬似距離によって決定された距離にある前記他のSPS衛星からSPS信号の到達時間を探索することをさらに含む請求項60記載の方法。

【請求項62】 SPS受信機で衛星位置決めシステム（SPS）信号を最初に得る方法であって、

前記SPS信号のフレーム期間よりよい精度の前記SPS受信機で時刻を決定し、

前記SPS受信機の近似位置を決定し、

少なくとも1つのSPS衛星に対する推定擬似距離を決定し、前記推定擬似距離が、前記近似位置および前記衛星位置データおよび前記時刻から決定され、

前記推定擬似距離によって決定された距離にある前記SPS衛星からSPS信号の到達時間を探索することを含む方法。

【請求項63】 前記衛星位置データが外部源から受信される請求項62記載の方法。

【請求項64】 前記探索時間が、前記SPS信号を最初に得るためのものであり、かつ前記推定擬似距離が、前記SPS衛星に対する予め決定された擬似距離に基づいていなくて、かつ前記衛星位置データが、前記SPS受信機によって見ることができるSPS衛星のセットに対応する天体暦データのセットを含む請求項63記載の方法。

【請求項65】 前記衛星位置データが、前記SPS受信機によって見ることができるSPS衛星のセットに対応する天体位置推算表データのセットを含む請求項63記載の方法。

【請求項66】 前記近似位置がセルベース情報源から得られる請求項63記載の方法。

【請求項67】 前記近似位置が、前記セルベース情報源から前記SPS受信機で受信される請求項66記載の方法。

【請求項68】 前記セルベース情報源が位置探知サーバに結合され、かつ前記近似位置がセルベース通信システムのセル対象物の位置を示す請求項66記載の方法。

【請求項69】 高精度搬送波信号を供給する供給源から前記高精度搬送波信号を受信し、

前記高精度搬送波信号に自動的にロックし、かつ基準信号を供給し、

局部発振器信号を供給し、SPS信号を得るように前記基準信号を使用することをさらに含む請求項68記載の方法。

【請求項70】 前記位置探知サーバが、前記SPS受信機に結合される無線通信システムと無線通信している無線セルサイトの識別を決定することによって前記近似位置を前記セルベース情報源から決定する請求項68記載の方法。

【請求項71】 SPS信号を受信するように構成されるSPSアンテナと、

前記SPSアンテナに結合されたプロセッサとを備え、前記プロセッサが、前記SPS信号のフレーム期間よりよい精度で前記SPS受信機で時刻を決定し、かつ前記SPS衛星に対する推定擬似距離によって決定された距離でSPS衛星からのSPS信号の到達時

間を探索し、前記推定擬似距離が、前記SPS受信機の近似位置および衛星位置データおよび前記時刻から決定される衛星位置決めシステム（SPS）受信機。

【請求項72】 前記プロセッサに結合される通信システムをさらに含み、前記通信システムが前記近似位置を前記プロセッサに供給する請求項71記載のSPS受信機。

【請求項73】 前記プロセッサに結合されるセルベース通信システムをさらに含み、前記セルベース通信システムが、前記推定擬似距離を受信し、かつ前記推定擬似距離を前記プロセッサに供給する請求項71記載のSPS受信機。

【請求項74】 前記推定擬似距離が、前記近似位置および前記SPS衛星の衛星位置から決定される請求項73記載のSPS受信機。

【請求項75】 前記推定擬似距離が、前記SPS衛星に対する予め決定された擬似距離に基づかない請求項73記載のSPS受信機。

【請求項76】 前記衛星位置データが、（a）SPS衛星あるいは（b）セルベース通信システムの中の1つである外部源から受信され、かつ前記時刻がセルベース通信システムの通信信号から決定される請求項72記載のSPS受信機。

【請求項77】 前記プロセッサが、前記他のSPS衛星に対する他の推定擬似距離によって決定された距離にある他のSPS衛星からのSPS信号の到達時間を探索し、前記他の推定擬似距離が前記SPS受信機の前記近似位置から決定される請求項76記載のSPS受信機。

【請求項78】 前記SPS受信機が、SPS信号を得るために整合ファイルを使用する請求項49記載の方法。

【請求項79】 前記SPS受信機が、セルベース通信システムの通信信号から前記時刻を決定する請求項49記載の方法。

【請求項80】 前記セルベース通信システムが、CDMA（符号分割多元接続）システムを含む請求項79記載の方法。

【請求項81】 前記通信信号が、時刻メッセージあるいは一連の時間パルスの1つである請求項79記載の方法。

【請求項82】 前記天体暦データのセットが、（a）SPS受信機の基準ネットワーク、（b）前記SPS受信機と通信しているセルサイトのSPS基準受信機、あるいは（c）前記SPS受信機によって受信されたSPS衛星からSPS信号の中の少なくとも1つから得られる請求項51の方法。

【請求項83】 前記天体位置推算表データのセットが、（a）SPS受信機の基準ネットワーク、（b）前記SPS受信機と通信しているセルサイトのSPS基準受信機、あるいは（c）前記SPS受信機によって受信されたSPS衛星からのSPS信号の中の少なくとも1つから得られる請求項53の方法。

【請求項84】 衛星位置決めシステム（SPS）受信機で衛星位置決めシステム（SPS）信号を得る探索時間を減少させる方法であって、

前記SPS受信機で時刻を決定し、

推定距離対時間の数学的記述のセットを得、前記推定距離が、前記SPS受信機から前記SPS受信機によって見ることができる前記SPS衛星までであり、

少なくとも1つのSPS衛星に対する推定擬似距離を決定し、前記推定擬似距離が、前記時刻および前記数学的記述のセットから決定され、

前記推定擬似距離によって決定された距離で前記SPS衛星からのSPS信号の到達時間を探索することを含む方法。

【請求項85】 前記数学的記述のセットが外部源から受信される請求項84記載の方法。

【請求項86】 前記探索時間が、前記SPS信号を最初に得るためのものであり、かつ前記推定擬似距離が、前記SPS衛星からのSPS信号の推定到達時間あるいは前記SPS受信機から前記SPS衛星までの推定距離の中の1つであり、かつ前記探索が前記推定擬似距離によって決定された時間間隔にわたっている請求項85記載の方法。

【請求項87】 前記距離が、前記時刻および前記数学的記述のセットの少なくとも

1つに関連したエラーに基づいている請求項85の方法。

【請求項88】 第1のSPS衛星に対する第1の擬似距離を決定することをさらに含み、かつ前記推定擬似距離が、前記第1の擬似距離からも決定され、かつ前記時刻が近似である請求項85記載の方法。

【請求項89】 前記数学的近似のセットが、セルベース情報源から得られた前記SPS受信機の近似位置を使用する請求項85に記載の方法。

【請求項90】 前記近似位置が、前記セルベース情報源から前記SPS受信機で受信される請求項89記載の方法。

【請求項91】 前記セルベース情報源が位置探知サーバに結合され、かつ前記近似位置が、セルベース通信システムのセル対象物の位置を示す請求項89記載の方法。

【請求項92】 前記セル対象物が、前記セルベース通信システムの無線セルサイトである請求項91記載の方法。

【請求項93】 前記位置探知サーバが、前記SPS受信機に結合される無線通信システムと無線通信している無線セルサイトの識別を決定することによって前記近似位置を前記セルベース情報源から決定する請求項91記載の方法。

【請求項94】 前記位置探知サーバが、前記数学的記述のセットを決定し、かつ前記数学的記述のセットを前記SPS受信機に送信させる請求項93記載の方法。

【請求項95】 高精度搬送波信号を前記高精度搬送波信号を供給する供給源から受信し、

前記高精度搬送波信号を自動的にロックし、かつ基準信号を供給し、

局部発振器信号を供給し、SPS信号を得るために前記基準信号を使用することを含む請求項85記載の方法。

【請求項96】 前記時刻が前記SPS信号のフレーム期間内に対して正確である請求項85記載の方法。

【請求項97】 SPS信号を受信するように構成されるSPSアンテナと、

前記SPSアンテナに結合されたプロセッサとを備え、前記プロセッサが、SPS受信機で時刻を決定し、かつ前記SPS衛星の推定擬似距離によって決定された距離にあるSPS衛星からのSPS信号の到達時間を探索し、前記推定擬似距離が、前記時刻および推定距離対時間の数学的記述のセットから決定され、前記推定距離が、前記SPS受信機から前記SPS受信機によって見ることができる前記SPS衛星までである衛星位置決めシステム（SPS）受信機。

【請求項98】 前記プロセッサに結合される通信システムをさらに含み、前記通信システムが、前記数学的記述のセットを受信し、かつ前記数学的記述のセットを前記プロセッサに供給する請求項97記載のSPS受信機。

【請求項99】 前記プロセッサに結合されるセルベース通信システムをさらに含み、前記セルベース通信システムが、前記時刻を指定するメッセージを受信し、かつ前記時刻を前記プロセッサに供給する請求項97記載のSPS受信機。

【請求項100】 前記時刻が10分以内の近似である場合、前記プロセッサが第1のSPS衛星に対する第1の擬似距離を決定し、かつ前記推定擬似距離が前記第1の擬似距離からも決定される請求項97記載のSPS受信機。

【請求項101】 前記推定擬似距離が、前記SPS衛星からのSPS信号の推定到達時間あるいは前記SPS受信機から前記SPS衛星までの推定距離の中の1つであり、かつ前記探索が前記推定擬似距離により決定された時間間隔にわたっている請求項97記載のSPS受信機。

【請求項102】 前記プロセッサが前記探索を実行する整合フィルタを含む請求項97記載のSPS受信機。

【請求項103】 通信インタフェースと、

記憶装置と、

前記記憶装置および前記通信インタフェースに結合されたプロセッサとを備え、前記プロセッサが、前記通信インタフェースを通してデジタル処理システムと通信できる移動

衛星位置決めシステム（SPS）受信機の近似位置を決定し、かつ前記プロセッサが、推定距離対時間の数学的記述のセットを決定し、前記推定距離が、前記SPS受信機から前記SPS受信機によって見ることができる前記SPS衛星までであり、前記数学的記述のセットが前記近似位置から決定され、かつ前記数学的記述のセットが前記通信インタフェースを通して前記移動SPS受信機に送信されるデジタル処理システム。

【請求項104】 前記近似位置が、前記記憶装置に記憶されたセルベース情報源から得られる請求項103記載のデジタル処理システム。

【請求項105】 前記セルベース情報源が、無線セルベース通信システムのセルの対象物のための近似位置情報を供給する請求項104記載のデジタル処理システム。

【請求項106】 前記近似位置が、無線セルベース通信システムのセル対象物の位置を示す請求項104記載のデジタル処理システム。

【請求項107】 前記セル対象物が前記無線セルベース通信システムの無線セルサイトである請求項106記載のデジタル処理システム。

【請求項108】 前記近似位置が、前記移動SPS受信機に結合される無線通信システムと無線通信している無線セルサイトの識別を決定することによって前記セルベース情報源から決定される請求項106記載のデジタル処理システム。

【請求項109】 データ処理システムによって実行されるとき、

移動衛星位置決めシステム（SPS）受信機の近似位置を決定し、

推定距離対時間の数学的記述のセットを決定し、前記推定距離が、前記SPS受信機から前記SPS受信機によって見ることができるSPS衛星までであり、前記数学的記述のセットが前記近似位置から決定され、

前記数学的記述のセットを前記移動SPS受信機に送信することを含む方法を前記データ処理システムに実行させる実行可能なコンピュータプログラム命令を含むコンピュータ可読媒体。

【請求項110】 前記数学的記述のセットが、SPS衛星に対する推定距離および時間にわたる前記推定距離の変化率を含む請求項84記載の方法。

【請求項111】 前記数学的記述のセットが時間の多項関数を含む請求項84記載の方法。

【請求項112】 前記SPS受信機が、前記SPS信号を探索するために整合フィルタを使用する請求項84記載の方法。

【請求項113】 前記SPS受信機が、セルベース通信システムの通信信号から前記時刻を決定する請求項84記載の方法。

【請求項114】 前記セルベース通信システムが、CDMA（符号分割多元接続）システムを含む請求項113記載の方法。